

376358



PATENTE DE INVENCION

376358

Br. 6737/69

Memoria Descriptiva

sobre:

APARATO PARA FLUJO DE FLUIDO

SECCION TECNICA	_____
CLASIFICACION I.P.C.	_____
CLASE <u>E04</u>	_____
SUBCLASE <u>B</u>	_____

Solicitante : INTERNATIONAL COMBUSTION (HOLDINGS) LIMITED, entidad inglesa, residente en Nineteen Woburn Place, Londres, W.C.1., Inglaterra.



Este invento se refiere a aparatos para flúidos y en particular, pero no exclusivamente, a aparatos para flujo de flúidos para empleo como ventiladores.

Los ventiladores clásicos emplean una paleta, o
5 una serie de paletas, que giran para impulsar al flúido que se bombea de una posición a otra; esto normalmente hace que el ventilador tenga una sección circular. El objeto del invento presente es proporcionar aparatos en que el flúido pueda ser bombeado por un impulsor no gi-
10 ratorio.

Por el invento actual, se proporcionan aparatos que comprenden un paso para flujo de flúido, por lo me- nos uno de cuyos lados consiste en una lámina flexible, varios miembros dispuestos a lo largo de la lámina fle-
15 xible y conectadas a la misma, los cuales están obliga- dos a emprender un movimiento secuencial, de tal forma que el movimiento de la lámina flexible queda limitado al movimiento de una onda entretenida transversal a lo largo de la lámina. Los miembros pueden ser oscilantes.

20 Los extremos de la lámina flexible pueden estar interconectados operativamente formando un bucle capaz, en su empleo, de transferir la tensión de un extremo de la lámina flexible al otro extremo fuera de ella. La lámina flexible puede ser capaz de transmitir la tensión
25 a lo largo de sí sin aumento sustancial de su longitud.

El invento actual también proporciona aparatos que comprenden un paso para flujo de flúido, de cuyos lados por lo menos uno ha de ser una lámina flexible, varios miembros oscilantes dispuestos a lo largo de la
30 lámina y conectados a la misma; dichos miembros oscilan

376358



tes están obligados a seguir un movimiento secuencial tal que el movimiento de la lámina flexible queda limitado a él de una onda entretenida transversal a lo largo de la lámina, cuyos lados se mueven junto a, y en el plano de, placas laterales.

El invento actual también proporciona aparatos que comprenden un paso para flujo de flúido, que incluye un par de lados opuestos no interconectados, siendo al menos uno de éstos una lámina flexible, existiendo varios miembros oscilantes dispuestos a lo largo de ésta y conectados operativamente a la misma, estando obligados dichos miembros a tener un movimiento secuencial, de forma que él de la lámina flexible queda limitado al movimiento de una onda entretenida transversal a lo largo de dicha lámina.

Los miembros oscilantes pueden comprender cada uno una varilla de empuje conectada por un extremo a la lámina y operativamente a una excéntrica por el otro.

La lámina flexible puede tener varios pesos distribuídos a lo largo de la misma, uniformemente distanciados. Las varillas de empuje pueden ser tubos huecos. La masa de cada peso conectado a una varilla, junto con la masa de su porción asociada de varilla de empuje puede ser sustancialmente igual a la masa de uno cualquiera de los pesos no conectados a una varilla de empuje.

Así, en un caso específico, si la masa de un peso no conectado a una varilla de empuje es de cinco unidades y la masa de una varilla de empuje que acciona cuatro láminas es de 8 unidades, la porción asociada

376358



de la varilla de empuje tendrá una masa de $8/4$, es decir, 2 unidades, tomando cada lámina $\frac{1}{4}$ de la carga, entonces la masa del peso conectado a la varilla de empuje será de 3 unidades, dando una masa total de $2 + 3 = 5$ unidades para el peso conectado, que es igual a la masa de un peso no conectado.

La lámina flexible puede ser de longitud igual a una longitud de onda de la onda entretenida transversal y los extremos opuestos de la lámina flexible pueden estar interconectados rígidamente. En la disposición en que la longitud de la lámina es igual a una longitud de onda de la onda entretenida transversal, las varillas de empuje pueden distanciarse sucesivamente con un cuarto de longitud de onda entre una y otra, a lo largo de la lámina. Las varillas de empuje extremas pueden ser accionadas por la misma excéntrica.

Puede haber en cada varilla de empuje al menos una junta universal a lo largo de su longitud. Las varillas de empuje pueden estar apoyadas en cojinetes que pueden ser lubricados a presión, preferentemente con un lubricante compatible con el fluido que pasa a través del aparato.

Las excéntricas pueden estar montadas todas sobre un eje común. En una realización del invento, pueden emplearse palancas acodadas para transmitir el movimiento de las excéntricas a las varillas de empuje.

Puede proporcionarse un desvío de fluido desde el extremo de descarga al extremo de admisión. El desvío puede tener una tobera de forma que, durante el uso, se alimente fluido desde el extremo de descarga directa-



mente al de admisión, en la dirección del flujo. El des
vío puede incluir una válvula de control de flujo del
fluido.

En otra realización del invento, la lámina fle
5 xible puede tener una longitud superior a una y media
longitudes de onda de la onda entretenida transversal y
puede tener una parte operativa de longitud igual a una
y media longitudes de onda de la onda entretenida trans-
versal y los extremos de la lámina pueden estar interco
10 nectados rígidamente.

Pueden proporcionarse varias láminas flexibles
que pueden disponerse por parejas. Las parejas de lámi
nas flexibles pueden estar separadas por una placa rígi
da. Alternativamente, pueden disponerse pares de lámi-
25 nas flexibles en contra-flexión y pueden estar directa-
mente una frente a otra.

Se puede proporcionar un compresor que compren
da al menos una lámina flexible que tenga una longitud
superior a una longitud de onda de la onda entretenida
20 transversal y de ancho en disminución, siendo la lámina
flexible más ancha en el extremo de admisión que en el
de descarga.

Otra forma del compresor puede comprender una
lámina flexible que tenga ondas entretenidas transversa-
25 les de longitud de onda cada vez menor a lo largo de la
lámina en la dirección del flujo del fluido.

El invento actual proporciona además un método
para inducir flujo en un fluido limitando dicho fluido
en un conducto que tiene al menos una pared flexible, a
30 la cual se le aplican fuerzas cíclicas de manera que se

376358



la imponga un movimiento transversal de onda entretenida mediante el cual se impele al fluido para que se mueva en el conducto en la dirección del movimiento de la onda, utilizando la energía cinética de la pared flexible como depósito de energía, para distribuir la entrada de energía de las fuerzas cíclicas a la pared para hacer mínimas las fluctuaciones de transferencia de energía de la pared al fluido a lo largo de la misma, en la dirección del movimiento del fluido.

Por el invento presente se proporciona también un método de generar energía mecánica a partir de un fluido a presión relativamente elevada, que comprende restringir al fluido en un conducto que tenga al menos una pared lateral flexible, estando sujeta la misma de modo que se mueva con un movimiento transversal en forma de onda entretenida, expansionando el fluido de una presión relativamente elevada a una presión relativamente baja, haciendo que parte de la onda entretenida se mueva en la dirección de la presión relativamente baja.

A modo de ejemplo solamente, describiremos realizaciones del invento con referencia a los dibujos adjuntos, de los cuales:

Fig. 1 es una vista diagramática de una disposición de láminas flexibles en un conducto de paso de fluido.

Fig. 2 es un desarrollo de onda a lo largo de una lámina flexible.

Fig. 3 es un gráfico que ilustra lugares geométricos de puntos de empuje sobre las láminas flexibles.

376358

Fig. 4 es un gráfico que ilustra la relación entre el desplazamiento de los puntos de empuje, la potencia total y la potencia por un punto de empuje.



5. Fig. 5 ilustra una forma de control de ventilador.
- Fig. 6 ilustra un método de unir la lámina a una varilla de control.
- Fig. 7 ilustra un método de unir un peso a la lámina.
- 10 Fig. 8 ilustra una bomba de compresión.
- Fig. 8a es una sección a lo largo de la línea VIII A - VIII A de la Fig. 8
- Fig. 9 es una vista diagramática de una forma alternativa de compresor.
- 15 Fig. 10 es una representación esquemática de realizaciones alternativas de la láminas flexibles.
- Fig. 11 es un alzado, parcialmente seccionado, de una segunda realización del invento.
- 20 Fig. 12 es una vista en sección por las líneas XIII A y XIII B de la Fig. 11.
- Fig. 13 es una vista esquemática de una lámina flexible única.
- 25 Fig. 14 ilustra una sección de la Fig. 13
- Fig. 15 es un cierre estanco entre una lámina flexible y una placa lateral.
- Fig. 16 es un alzado lateral, parcialmente seccionado, de otra realización del invento.
- 30 Fig. 17 es una planta por la línea XVII - XVII de la Fig. 16

376358



- Fig. 18 es una sección transversal por la línea XVIII - XVIII de la Fig. 16.
- Fig. 19 es un detalle de la Fig. 16.
- Fig. 20 es una sección transversal por la línea XX - XX de la Fig. 16.
5. Fig. 21 es una vista parcial por la flecha XXI de la Fig. 20.
- Fig. 22 es un detalle de una parte de la realización.
- 10 Fig. 23 es una vista a escala aumentada de una lámina.
- Fig. 24 es una sección transversal por las líneas XXIV - XXIV de la Fig. 23.
- Fig. 25 es una planta por la flecha XXV de la Fig. 24.
- 15 Fig. 26 es un detalle de una junta extrema de la lámina.
- Fig. 27 es una sección transversal por la línea XXVII - XXVII de la Fig. 24.
- 20 y Fig. 28 es un gráfico del desplazamiento de la lámina.

Una forma del invento se ve en la Fig. 1, que muestra cuatro láminas 1, 2, 3 y 4 entre dos paredes 5 y 6. Cada una de las láminas flexibles es capaz de vibrar para iniciar una onda entretenida transversal, llamada en lo sucesivo una onda entretenida en la lámina, que se mueve en la dirección de la flecha 7. Esto hará que el fluido se mueva en la dirección de la flecha 8. La longitud de cada lámina, L, es igual a una longitud de onda de la onda entretenida y la distancia entre las

25

30

376358



paredes 5 y 6 es igual a la amplitud de la onda entrete-
nida en una dirección.

Refiriéndonos a la Fig. 2, el avance de la po-
sición de amplitud máxima puede seguirse a lo largo de
5 la onda entretenida. La figura muestra nueve posiciones
de la lámina flexible, de 0 a 1 de una fracción de ciclo
en fases de un octavo de ciclo. Las posiciones de ampli-
tud máxima a la izquierda de la lámina flexible (cuando
se ven en el dibujo) están designadas A2. Si imaginamos
10 una "masa" de fluido atrapada entre la posición A1 y la
tangente a la curva en A2, que se ve sombreada en la Fig
2, puede verse que la "masa" se mueve desde la parte al-
ta a la parte baja del diagrama. Así, si se inicia una
onda entretenida en una lámina flexible que está hecha
15 estanca de forma que le permita aceptar "masas" de flú-
ido, el fluido pasará desde el extremo de admisión al de
descarga. Esto es, naturalmente, una acción de bombeo.

Puede verse que la distancia a lo largo de las
ondulaciones de la lámina flexible es mayor que la longi-
tud de onda de la onda entretenida en la lámina y es en
20 realidad igual a la longitud superficial de la onda en-
tretenida. Si se siguen los lugares geométricos de una
serie de puntos fijos sobre un par de láminas contra-
flexibles a medida que las láminas fluctúan, se verá que
25 diferentes partes de la lámina siguen lugares geométricos
distintos. Considerando las láminas ilustradas en la
Fig. 3, los lugares geométricos de los puntos E B C D y
E' B' C' D (E y E' ocurren dos veces ya que están al
principio de una longitud de onda y al final de la lon-
30 gitud de onda siguiente) puede verse que son líneas rec

376358



tas en el caso de los puntos E y C y figuras en forma de ocho en el caso de los puntos B y D. Cuando los puntos B', B y D', D están desfasados 180° , sus alturas Z en cualquier instante dado son iguales.

5 La onda entretenida se inicia en la lámina por una serie de varillas de empuje que se describen con más detalle a continuación. Estas varillas de empuje van conectadas a la lámina en los puntos B, C, D, y E y harán que las láminas ondulen. Los puntos E y C tienen lugares geométricos que se mueven en líneas rectas y así
10 puede usarse una varilla de empuje sencilla con movimiento alternativo en línea recta. Sin embargo, los puntos B y D se mueven en forma de ocho y esto significa que la varilla de empuje debe poder tener movimiento alter-
15 nativo y movimiento lateral.

La Fig. 4 ilustra la relación entre el tiempo y el desplazamiento para cada uno de los puntos B C D y E en el gráfico superior; en el gráfico inferior, la potencia que precisa suministrarse a cada punto de empuje
20 para mantener la fluctuación de la lámina; y en el gráfico central la potencia total aplicada, que es una suma de la potencia aplicada a cada punto de empuje individual. Los puntos B C D y E se corresponden a los de la Fig. 3 y el desplazamiento X está en la dirección que
25 aparece en la Fig. 3. La potencia que ha de aplicarse al punto de empuje es proporcional al cuadrado de la velocidad, es decir, es máxima siempre que el gráfico de desplazamiento cruza el eje central y es cero siempre que el gráfico de desplazamiento indica un máximo o un
30 mínimo.

376358



Por lo tanto, para tener un requisito uniforme de potencia, la lámina flexible ha de ser oscilada en cinco puntos, la admisión, la descarga, el centro y dos puntos intermedios. Sin embargo, con una lámina que ocupa una longitud de onda puede verse por la descripción anterior que la admisión y la descarga de la lámina se mueven en forma acompasada. Por lo tanto, sólo se requieren cuatro movimientos de desplazamiento distintos para hacer ondular la lámina.

Hasta ahora, se ha descrito una lámina ondulate de longitud igual a una longitud de onda y por su largo tiene cinco barras osciladas por varillas de empuje. Los detalles se han referido a una forma particular de realización en que ciertas varillas de empuje tienen lugares geométricos de movimiento en forma de ocho. Ha habido poca descripción sobre el papel de la lámina flexible. Sin embargo, la lámina es muy importante y consideraremos ahora su papel, tanto en relación con su movimiento real como con su participación en la transferencia de energía entre las varillas de empuje. La lámina tiene que ser flexible en un plano paralelo a su eje longitudinal y normal a su superficie. La lámina no precisa ser flexible en los otros dos planos, es decir, en el plano paralelo a su eje transversal y normal a su superficie, ni en el plano paralelo a la superficie de la lámina.

Existe otro problema que puede ser solucionado por la lámina y éste es la cuestión de la energía necesaria para acelerar y decelerar la lámina y las varillas de empuje. Observemos una varilla: primero es acelerada

376358



desde el extremo de reposo hasta que llega al centro,
a partir del cual hasta la otra posición extrema es de-
celerada, donde se inmoviliza. Así se comunica energía
a la varilla de empuje en el período de aceleración,
5 cuya energía tiene que ser disipada en el período de de-
celeración. Una forma de hacer esto sería conectar la
varilla de empuje a un sistema de almacenamiento de ener-
gía, por ejemplo uno o varios muelles. Sin embargo, es-
to sería una complicación adicional. Refiriéndonos de
10 nuevo a la Fig. 3, puede verse que los puntos E y C es-
tán exactamente en oposición de fase, al igual que los
puntos B y D. Así, el punto E está siendo acelerado
por una fuerza que en cualquier instante es igual a la
fuerza necesaria para decelerar el punto C, y viceversa.

15 El requisito total de potencia para el sistema,
si estuviese ondulando en el vacío, sería por lo tanto
cero. Así, si se considera que las varillas de empuje
son parte de la lámina, las secciones de la lámina que
se están decelerando generan tensiones a lo largo de la
20 misma, que bastan justamente para vencer las fuerzas de
inercia en las secciones de la lámina que se están ace-
lerando.

Refiriéndonos a las Figs. 13 y 14, se muestra
esquemáticamente la lámina flexible. Se ve la lámina
25 220 con su punto medio 221 que va a entrar en contacto
con una placa lateral 222. La lámina estará bajo ten-
sión en ambas direcciones, siendo las tensiones T1 y T2.
Pasando a la vista ampliada de la Fig. 14, del punto de
la lámina que va a hacer contacto con la placa lateral,
30 se le ha superpuesto un diagrama de vector de tensión.

376358



El vector de tensión T1 puede considerarse como compues
to por otros dos vectores, T3 y T4. De igual forma el
vector de tensión T2 puede resolverse en los dos compo-
nentes T5 y T6. Puede verse que los dos vectores T3 y
5 T5 se anulan entre sí, y que el resultado de sumar los
dos vectores T1 y T2 es equivalente a los vectores T4 y
T6. Así, una fuerza aplicada a una varilla de empuje en
los puntos 221 puede resolverse en tensiones a lo largo
de la lámina. Estas tensiones, a lo largo de una longi-
10 tud de onda completa de la lámina, se anularán entre sí.
Los únicos puntos de la lámina que son diferentes son
los extremos de la misma. Sin embargo, si los extremos
se interconectan mediante un miembro que sea capaz de re-
sistir tensiones, entonces toda la lámina quedará equi-
15 librada.

Las varillas de empuje son más pesadas que la
lámina y, con una lámina sencilla, la fuerza necesaria
para acelerar las varillas de empuje es mayor que la
fuerza disponible procedente de la lámina que se decelera.
20 El problema se soluciona aumentando la inercia de la lá-
mina añadiendo pesos a la misma y reduciendo lo más po-
sible el peso del sistema de varillas de empuje. Por
lo tanto, la lámina puede transferir energía de las va-
rillas de empuje que se deceleran y las varillas de empu-
25 je que se aceleran.

Esta lámina lastrada también puede desarrollar
las dos funciones aparentemente contradictorias que men-
cionamos más arriba. La lámina puede ser flexible y, sin
embargo, las fuerzas de inercia causadas por los pesos que
30 aceleran y deceleran generan tensiones en la correa que le

376358



5 permiten resistir a las fuerzas de presión, igual que un globo inflado puede resistir las fuerzas de deformación cuando está bajo tensión como resultado de su presión interna. Esta resistencia impide que la correa se desplace por el fluido en el lado de alta presión de la lámina cuando se está empleando a ésta como bomba.

Para resumir los requisitos materiales de la lámina, para acomodar la ligera flexión cíclica de la misma, el material debe tener:

- 10 1. Diámetro de fibra pequeño o ser una lámina de telas múltiples finas.
2. Buenas propiedades de resistencia a la fatiga.
3. Para aplicaciones a temperaturas elevadas, buenas propiedades de fluencia.
- 15 4. Módulo de elasticidad de Young de valor bajo.
5. En configuraciones de fibras o láminas de capas múltiples, buenas propiedades de autolubricación.

20 Para acomodar la tensión necesaria, el material debe tener:

1. Para aplicaciones a altas temperaturas, buenas propiedades de fluencia.
2. Un valor elevado del módulo de elasticidad de Young, para un estirado mínimo, y/o
- 25 3. Un bajo nivel de tensión en la pared para asegurar un estirado mínimo.

El uso de una correa de gran espesor con valor bajo para su módulo de Young originaría los problemas siguientes:

- 30 1. Limitaciones en la autolubricación.

376358



2. El reparto de carga entre las fibras a lo largo del ancho producirá la rotura eventual en la parte exterior de un radio de flexión y tensiones cero en el interior del radio.
- 5 3. Mientras mayor espesor tenga la correa, mayor será la sección transversal total de un ventilador para una sección transversal de trabajo determinada.
- 10 4. Al aumentar el espesor se hace difícil asegurar un buen anclaje de las fibras en la capa media de la correa.

Existe así claramente un compromiso a realizar entre los requisitos contradictorios del módulo de Young. La elección del diseño dependerá de las características de trabajo y del ambiente operativo de cada realización particular.

15

Una forma del invento aparece en las Figs. 11 y 12. Existen cuatro láminas 95, 96, 97 y 98 a las ^{que} comunican movimiento alternativo las cinco excéntricas 99, 100, 20 101, 102 y 103. Considerando las láminas 95 y 96, están dispuestas una a cada lado de una placa central 104 y van ancladas en cada extremo entre topes de goma 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111 y 112. Los topes 106 y 111 definen dos costados de un conducto de entrada y los topes 25 108 y 109 definen dos costados de un conducto de salida.

La excéntrica 99 tiene forma de un círculo interior 113 que va montado excéntricamente sobre un eje 114 y cuya rotación sobre el eje está impedida por la chaveta 30 115. Rodeando al círculo interior 113 hay un círculo ex-



terior 116, que queda abrazado entre dos collarines 117 y 118. El collarín superior 118 tiene un alojamiento hemisférico 119 que junto con un alojamiento hemisférico 120 sujeta una bola 121 entre ellos, formando una junta universal. La bola 121 está unida a otra 122 por una varilla de empuje 123; la bola 122 con otro par de alojamientos hemisféricos 124 y 125 forma otra junta universal.

La segunda junta universal va conectada a una cruceta 126 y la primera junta universal tiene una varilla de retención 127 del alojamiento del cojinete, para oponerse al par que se produce cuando la excéntrica funciona. La parte derecha de la Fig. 12 muestra el método por el cual las láminas flexibles van fijadas a sus soportes. Extendiéndose desde la cruceta 126a va una varilla de empuje 128 que lleva una barra de refuerzo 129. La lámina flexible 95 está remachada entre la barra de refuerzo 129 y una barra de sujeción 130 por un lado y la lámina flexible 96 va remachada entre una barra de sujeción 131 y una barra de refuerzo 132.

Las láminas flexibles van remachadas por su parte alta y baja a un bastidor extremo 133. Las láminas flexibles 97 y 98 van conectadas a sus respectivas barras de sujeción y de refuerzo. Puede verse que la lámina flexible va apoyada por la barra de sujeción por ambos lados de la chapa 104.

El eje 114 va montado en cojinetes 134 y 135 y lleva dos juegos de contrapesos equilibrados 136 y 137, cada uno de los cuales lleva un par de pesos variables individualmente 138, 139 y 140, 141, que pueden ajustar

376358



se angularmente para equilibrar el eje 114.

Las cuatro láminas flexibles llevan una serie de pesos 142, 143, 144 y 145, cuya función hemos explicado antes.

5 La unidad es accionada girando el eje 114 lo que, a su vez, gira las excéntricas y hace que las varillas de empuje muevan las crucetas y las láminas flexibles con movimiento alternativo. Los puntos 146 y 147, como se ve en la Fig. 11, se mueven lateralmente, permitiendo este movimiento las juntas universales 148, 149 y 10 150, 151.

Refiriéndonos a la Fig. 6, la lámina flexible queda protegida por una pareja de tacos de goma 153, 154 donde se une a una varilla de empuje 155. Una pareja de chapas 156, 157 queda sujeta contra los tacos 153, 154 por los aros elásticos 158, 159. Los tacos van unidos a la lámina flexible y aumentan el radio de curvatura sobre el cual se dobla la lámina, reduciendo así la tendencia de la misma a doblarse por donde se une a la varilla de empuje y reduciendo asimismo los esfuerzos de torsión de la lámina. 15 20

Se ve en la Fig. 15 una forma de cierre estanco entre una lámina flexible 224 y una placa lateral 225. El cierre 226 tiene una sección transversal parecida a una H, como se ve en la Fig. 15 abierta por el contacto con las placas laterales. En algunos casos, si la pérdida no es un problema muy grande, puede dejarse un hueco muy pequeño entre las placas laterales y los bordes de las láminas flexibles. 25

30 La Fig. 7 ilustra la disposición que se emplea



para unir pesos a la lámina flexible 152. De nuevo van fijos a la correa dos tacos anulares 160, 161 y una pareja de pesos 162, 163 van fijos a la correa mediante un remache 164.

5 La disposición que se ilustra en la Fig. 5 muestra 5 conductos de flujo, 176 a 180, cada uno de los cuales tiene una o más láminas flexibles y un motor 181 a 185 para mover a la lámina o láminas flexibles en su conducto. Para controlar la unidad se detiene uno
10 o más de los motores, colocándose un deflector en el paso para impedir que el fluido que se bombea vuelva hacia atrás a lo largo de la lámina estacionaria.

 Se ve esquemáticamente en las Figs. 8 y 8a una forma de unidad de compresión. La acción compresora de
15 esta unidad se obtiene haciendo que el gas pase a velocidad constante por un conducto cuya sección transversal disminuye. Este compresor comprende un conducto en disminución 186 que tiene cuatro láminas flexibles 187, 188, 189 y 190. Las láminas tienen doce longitudes de
20 onda de largo, pero su altura disminuye, es decir el ancho de la lámina se reduce. Puede verse mejor esta disminución en la Fig. 8 y cada uno de los huecos entre las líneas, por ejemplo 191, 192 de la Fig. 8, indican una etapa de compresor. La novena etapa, como puede verse,
25 tiene un conducto de toma intermedia 193. Cada uno de los conductos de salida, el conducto intermedio 193, y el conducto de salida normal 194, va equipado con una pareja de válvulas de cierre de mariposa 195, 196 y 197, 198, que pueden usarse para regular la descarga del compresor.
30 En la disposición que se ve en la Fig. 8 están cerradas

376358

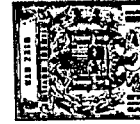


las válvulas del conducto intermedio y están abiertas las válvulas del conducto normal, lo que proporciona la compresión máxima.

La Fig. 9 muestra otra forma de compresor. La acción de compresión en esta unidad se obtiene haciendo que el gas pase a velocidad cada vez menor a lo largo de un conducto de sección transversal constante. Este compresor utiliza la flexibilidad de la lámina flexible. El compresor comprende un conducto para paso de fluido 199, en el cual existe una lámina flexible 200 movida por una serie de varillas de empuje 201 que reciben movimiento alternativo de las excéntricas 202 del eje 203. Se ve que el eje va apoyado en cojinetos 204 y 205 en ambos extremos. Pueden distinguirse cinco cámaras, 206, 207, 208, 209 y 210. Las dos cámaras extremas, 206 y 210 se muestran abiertas a las aberturas de admisión y de descarga respectivamente. Puede verse que las cámaras se hacen progresivamente menores al avanzar desde la admisión hasta la descarga. La forma y tamaño de las cámaras cambia continuamente al girar el eje y parece que se mueven hacia la salida, disminuyendo de tamaño. Las cámaras pueden hacer esto porque una de sus paredes es la lámina flexible que puede adoptar cualquier ángulo de seado y puede formar una onda que tiene longitudes de onda distintas a lo largo de su recorrido.

La Fig. 9 muestra una lámina flexible, cuya parte operativa tiene dos longitudes de onda de largo, pero el invento puede utilizarse con láminas de longitud distinta de un cierto múltiplo de longitudes de onda. La Fig. 10 ilustra dos disposiciones que emplean láminas fle

376358



xibles de una longitud de onda cada una. La disposición superior muestra un flujo pulsante con una lámina flexible única 211 que va montada en cada extremo en el punto medio de un conducto 212. La disposición inferior es diferente de las otras unidades ya descritas y da un flujo continuo; en lugar de tener dos paredes rígidas y una sola lámina flexible entre ellas, la disposición inferior utiliza dos láminas flexibles 213 y 214, que van separadas por una sola placa 215. La longitud mínima de la placa es de una longitud de onda de la onda entretenida, lo que significa que por lo menos un punto de la lámina flexible está siempre en contacto con la chapa central y no existe paso atrás anormal en el fluido que se bombea.

Otra realización del invento aparece en las Figs. 16 a 27. Refiriéndonos a la Fig. 16, ésta muestra ocho láminas flexibles 200A a 200H. Las cuatro láminas 200A, C, E y G van conectadas para moverse al unísono, al igual que las cuatro láminas 200B, D, F y H. Las láminas van montadas en un conducto 201 definido por las paredes 202, 203, 204 y 205. Unas bridas 206 y 207 van situadas en los extremos del conducto para facilitar su colocación en la disposición del conducto para fluidos. Van conectadas a las láminas 200A, C, E y G cinco parejas de varillas de empuje 208, 209, 210 y 211. Las dos varillas extremas 211 se mueven al unísono y van designadas con el mismo número de referencia. Igualmente, van conectadas a las láminas 200B, D, F y H cinco parejas de varillas de empuje 212, 213, 214, y 215. Las varillas de empuje de cada pareja van conectadas a una cruceta 216

376358



217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224 y 225. Las cru-
 cetas van conectadas mediante enlaces a un eje excéntri-
 co 226. Van conectadas al eje seis excéntricas 227, 228,
 229, 230, 231 y 232, que a su vez van conectadas a seis
 ejes 227A ... 232A por medio de cojinetes 227B ... 232B.

5.

Puede verse que las dos excentricas 228 y 231
 son mayores que las otras cuatro. Esto es porque se necesi-
 tan en conjunto cuatro movimientos, dos de los cuales
 son proporcionados por las excentricas grandes y los
 otros dos son proporcionadas cada uno por las otras dos
 excentricas. Así, las excentricas 227 y 229 actúan al
 unísono, al igual que las 230 y 232. Alineando las ex-
 centricas como se ve más claramente en la Fig. 20, las
 excentricas 227 y 229 equilibran a la 228 y las excentri-
 cas 230 y 232 equilibran a la 231.

10

15

Van conectados al eje 227A dos ejes transversa-
 les 223B y 218B. El resto de los ejes van conectados de
 la forma siguiente (para mayor claridad, el primer eje
 se ha incluido de nuevo).

20

<u>Eje</u>	<u>Ejes transversales conectados</u>		
227A	223B	218B	
228A	222B	219B	
229A	223B	218B	
230A	217B	220B	225B
231A	224B	216B	
232A	225B	220B	217B

25

Los ejes transversales van apoyados todos en am-
 bos extremos mediante cojinetes. Sólo se ve un juego de
 ellos, 219C y 219D, para mayor claridad, aunque todos los
 ejes transversales van apoyados así. Cada uno de los ejs

30

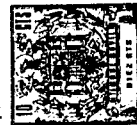


transversales forma una barra de giro para un dispositi-
vo de palanca acodada; un brazo de la palanca 216A ...
225A está conectado mediante un eslabón 216E ... 225E a
las crucetas 216 ... 225 y el otro brazo de la palanca
5 acodada 216F ... 225F está conectado a los ejes 227A ...
232A.

Los ejes y excéntricas van alojados dentro de
las paredes 240, que van unidas al conducto principal
201 mediante una arandela antivibratoria de fieltro 241,
10 que va montada entre la parte baja del conducto 202 y una
brida 242 que rodea a las paredes 240.

Se ve con mayor detalle la lámina flexible en
las Figs. 23, 24, 25, 26 y 27. Como se ve claramente en
la Fig. 23, la lámina flexible 250 está cubierta casi com-
pletamente con una serie de lamias 251. Cada una de estas
15 lamias tiene dos piezas 251A y 251B, cada una de las cua-
les es de metal hueco y van remachadas entre sí a través
de la lámina flexible. Los extremos de las piezas van
recortados como se ve en 252 para impedir que se toquen
20 durante la flexión de la lámina. La barra de refuerzo
tipo 253 usada en las posiciones de un cuarto de longitud
de onda es diferente de las lamias 251. Para eliminar la
necesidad de tener cojinetes en estos puntos, no se per-
mite que gire y, por lo tanto tiene una forma que impide
25 un doblado excesivo de las fibras de la lámina, compren-
diendo la barra dos canales, 254, 255, entre los cuales
quedan dos capas de material de empaquetadura 256, 257.
Cuando las varillas de empuje 212 van fijadas a la lámina,
la barra va reforzada por una pareja de placas 258, 259 y
30 260, 261 que van remachadas a la barra. Las varillas de

376358



empuje 208 pasan a través de orificios 262 de la barra 253. La correa va unida a las varillas de empuje extremas 215 pasando alrededor de una varilla 263 que se introduce en la ranura 264 de un bloque terminal 265. La
5 tensión de la lámina hace que la varilla quede tirante contra las paredes interiores 266 del bloque, quedando acuada dentro del mismo.

Para transferir las tensiones de la lámina flexible al bastidor, se emplea una conexión, que se ve
10 con mayor claridad en la Fig. 26. Un bloque de anclaje 267 va fijo al bastidor mediante un dispositivo adecuado y sujeta un extremo de la conexión flexible 268. El otro extremo de la conexión va fijo al bloque terminal. Como puede verse en el dibujo, la conexión está constituida por varias capas de material de correa arrolladas
15 alrededor de los extremos de forma 269, 270, cuyos extremos quedan agarrados en los bloques mediante un efecto de cuña. La boca 271 del bloque 265 y la boca 272 del bloque 267 tienen una forma tal que el radio de flexión de la conexión en el punto de contacto con los bloques
20 queda grande.

La terminación de los lados de las láminas en los costados del conducto se ve más claramente en las figuras 17 y 18. Las láminas 200A ... 200H quedan sujetas
25 en toda su longitud entre los troncos de prisma triangulares 275 y pueden moverse entre las caras inclinadas de los dos prismas adyacentes. Por ejemplo, la lámina 200G puede moverse entre las caras 276 y 277. Las láminas quedan así sujetas en toda su longitud y pueden formar
30 un cierre estanco en sus bordes cuando dos láminas quedan

376358

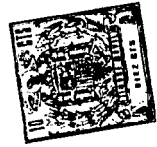


una junto a otra en cualquier punto como, por ejemplo,
las láminas 200E y 200F.

La Figura 17 muestra una forma de control del ventilador. Entre las paredes laterales 204 y 205 del conducto y las filas de troncos de prisma 275 va una pa
5 reja de canales 280, 281 que se extienden desde la sali
da 282 hasta la entrada 283 del ventilador. En un extre
mo de cada uno de los canales existe una placa válvula
284, que puede moverse desde la posición cerrada, que
10 aparece en el dibujo, a la posición abierta, girando el
mango 285. El mango gira un eje roscado 286, que a su
vez mueve los bujes 287; estos últimos tiran de los bra
zos móviles 288 hacia dentro y así hacen girar a las pla
cas 284 alrededor de los puntos de giro 289, abriéndolas.
15 Una chapa deflectora 290 va en un extremo de cada uno de
los canales y en el otro extremo de cada uno de los cana
les va una chapa deflectora 291. Se disponen unos relle
nos aerodinámicos 292, 293, 294 y 295 para suavizar el
paso del fluido a través del conducto. Si el ventilador
20 funciona con las válvulas de placa, tal como aparecen en
la Fig. 17, los canales 280 y 281 no actúan. Sin embar
go, si se abren las válvulas gradualmente, el fluido
vuelve hacia atrás por los canales y es desviado otra
vez al conducto, alimentando directamente al ventilador
25 bajo presión. Este fluido acciona el ventilador, con lo
que se pierde muy poca energía efectiva con el dispositi
vo de recirculación.

Los materiales de que está hecha la unidad depen
den de su función; por ejemplo, el bombear aire frío no
30 presentaría muchos problemas en cuanto a erosión de la

376358



correa y sería suficiente una correa sencilla de torilone, similar a una correa transportadora. Para temperaturas más elevadas se considera conveniente una correa de fibra de vidrio que podría impregnarse con caucho de
5 silicona. Esta correa permitiría considerar temperaturas de funcionamiento de hasta 230°C. Para temperaturas aún más elevadas podrían utilizarse fibras de carbono. Las propiedades autolubrificantes de las fibras deben permitir utilizar una trama densa, que tenga una resistencia elevada a la pérdida de gas a través de la lámina,
10 evitando así el problema de encontrar un relleno flexible adecuado para temperaturas elevadas. Las otras partes se harían de materiales rígidos tales como metales o plásticos reforzados, cuya rigidez y resistencia a la
15 corrosión sean adecuadas para el ambiente que se considera.

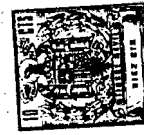


Creemos que el análisis teórico de la función y construcción del aparato que se da a continuación es totalmente correcto y lo pensamos útil para comprender la parte exacta desempeñada por los elementos individuales de la correa.

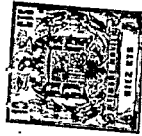
Se emplea en el análisis la nomenclatura siguiente:

<u>Símbolo</u>	<u>Definición</u>	<u>Unidades</u>
A	Amplitud de la onda impulsora	cm.
B	Profundidad del canal de recirculación	cm.
C _L	Coefficiente de pérdida de presión para flujo de escape	-
C _{RB}	Coefficiente de pérdida de presión para el flujo de recirculación en el canal	-
C _{RD}	Coefficiente de pérdida de presión para el flujo de recirculación en el chorro difusor	-
D	Hueco en la tobera	cm.
E	Ancho del canal de recirculación	cm.
F	Fuerza de empuje en el bastidor	Kg.
G	Consumo de potencia	cm.Kg/seg.
G	Constante de gravitación	cm/seg. ²
L	Longitud de la onda impulsora	cm.
m	Subíndice que representa un máximo	-
N	Frecuencia	Hlz.
Δ P	Elevación de presión en el ventilador	Kg/cm ²

376358



	<u>Símbolo</u>	<u>Definición</u>	<u>Unidades</u>
	P_{RB}	Pérdida de presión en el canal de recirculación	Kg/cm^2
5	P_{RD}	Pérdida de presión en el chorro difusor	Kg/cm^2
	Q	Descarga volumétrica del ventilador	$cm^3/seg.$
	qR	Flujo de recirculación del ventilador	$cm^3/seg.$
	qL	Flujo de pérdida del ventilador	$cm^3/seg.$
10	R	Fuerza de tensión de la correa	$Kg.$
	S	Número de impulsores por ventilador o módulo	-
	T	Tiempo	$seg.$
	t	Huelgo de la correa	$cm.$
15	U	Peso de masa individual de correa	$Kg.$
	V	Velocidad de la onda impulsora	$cm/seg.$
	V_{Lt}	Velocidad del flujo de pérdida en el hueco mínimo	$cm/seg.$
20	V_{RB}	Velocidad del flujo de recirculación en el canal	$cm/seg.$
	V_{RD}	Velocidad del flujo de recirculación en la descarga de la tobera	$cm/seg.$
	W	Ancho del impulsor	cm
25	w	Peso de la correa más los pesos por unidad de superficie	Kg/cm^2
	$x)$ $y)$	Puntos de coordenadas que definen la forma del impulsor	cm
30	Z	Relación sin dimensiones definida por la ecuación (31)	-



<u>Símbolo</u>	<u>Definición</u>	<u>Unidades</u>
ρ_a	Densidad del aire a la presión media del ventilador	Kg/cm ³
ρ_w	Densidad del agua	Kg/cm ³
5 η	Rendimiento total del ventilador	-
η_a	Rendimiento aerodinámico del ventilador	-
η_m	Rendimiento mecánico del ventilador	-
10 -	Exponente usado cuando una cantidad se presenta en unidades distintas	-
μ	Viscosidad del aire a la temperatura y presión medias del ventilador	Kg/cm.seg.

15 Flujo principal con escape. La velocidad hacia delante de la onda entretenida se da en la forma siguiente:

$$V = L.N. \quad (1)$$

20 Cuando no existe diferencia de presión actuando a través del ventilador no hay escape hacia atrás y el aire es empujado hacia delante a la velocidad de la onda entretenida. También habrá algún flujo hacia delante en la ranura de escape.

$$Q_m = LN \times 2 \left(A + \frac{t}{2} \right) \text{ W.S.} \quad (2)$$

25 Cuando se genera una diferencia de presión en el ventilador, habrá un flujo de escape superimpuesto al flujo hacia delante y este escape estará limitado solamente por la resistencia del canal de flujo formado por las láminas. La resistencia del canal será la suma de las pérdidas de expansión y pérdidas de rozamiento, en cantidades variables que dependen del régimen de flujo.

30 Es razonable evaluar la pérdida total como función de

la pérdida de presión por velocidad de flujo en la sección transversal mínima.

$$\text{Es decir: } \Delta P = \frac{C_L \rho a V^2 L t}{2g} \quad (3)$$



$$V_{Lt} = \sqrt{\frac{\Delta P \cdot 2g}{C_L \rho a}} \quad (4)$$

5

$$qL = V_{Lt} \times 2t \times W \times S$$

$$qL = 2t \cdot W.S. \cdot \sqrt{\frac{\Delta P \cdot 2g}{C_L \rho a}} \quad (5)$$

$$\text{y } C_L = \frac{\Delta P \cdot 2g}{\rho a} \left[\frac{2t \cdot W.S.}{qL} \right]^2 \quad (6)$$

Es de esperar que el coeficiente de pérdida C_L sea una función del número de Reynolds del flujo de escape en la abertura.

10

$$Re = \frac{\rho a V_{Lt} dh}{\mu} \quad (7)$$

Para una ranura estrecha muy ancha

$$dh = \frac{4 \cdot xt}{2x} = 2t \quad (8)$$

en que X es el ancho de la ranura

15

$$Re = \frac{\rho a qL \cdot 2t}{2t \cdot W.S. \cdot \mu}$$

$$\text{ó } Re = \frac{\rho a \cdot qL}{W.S. \cdot \mu} \quad (9)$$

Así, partiendo de datos experimentales, puede derivarse C_L de la ecuación (6) y trazarse en función del número Reynolds de la ecuación (9).

20

Deducción de la ecuación de flujo completo para un ventilador.

$$Q = Q_m - qL \quad (10)$$

$$Q = LN \cdot 2 \left(A + \frac{t}{2} \right) W.S. - 2t \cdot W.S. \cdot \sqrt{\frac{\Delta P \cdot 2g}{C_L \rho a}}$$

$$\text{ó } Q = 2 \cdot W.S. \cdot \left[L.N. \left(A + \frac{t}{2} \right) - t \cdot \sqrt{\frac{\Delta P \cdot 2g}{C_L \rho a}} \right] \quad (11)$$

25

Un caso especial que vale la pena evaluar es la

elevación máxima de presión para un flujo cero.

Es decir: ΔP_m ocurre cuando $Q = 0$

$$\Delta P_m = \frac{C_L \rho a}{t^2} \frac{L^2 N^2 (A + \frac{t}{2})^2}{t^2} \quad (12)$$

Notas:

5 i) Usando la ecuación (11) si se conocen la relación entre C_L y Re y las dimensiones adecuadas del ventilador, la relación característica entre Q y P puede calcularse. Pueden trazarse los resultados experimentales como coeficiente de pérdida en función del número
10 Reynolds.

 ii) Las leyes de escala son precisas y pueden apreciarse mejor examinando las ecuaciones (2) y (12). Si el hueco de escape es pequeño con relación a la amplitud de onda, entonces el flujo máximo aumenta directamente
15 al aumentar el volumen del ventilador y la velocidad del mismo. La elevación de presión máxima aumenta directamente con el coeficiente de pérdida de presión, con el cuadrado de la velocidad, la amplitud y la longitud e inversamente con el cuadrado del hueco de escape.

20 El flujo principal con el escape y la recirculación.

 El flujo de escape que pasa al otro lado de la lámina representa una pérdida de energía completa y cualquier método de control de flujo que deje perder el flujo
25 no deseado dará lugar a un rendimiento muy bajo. Estos métodos incluyen control por deflector y variación de la amplitud para aumentar el hueco de escape.

 La variación de la velocidad del ventilador es un buen método de conseguir el control, igual que la

376358



5
10
15
20
25

variación de amplitud, con tal de que se emplean medios para asegurar que el hueco de escape se mantiene constante. Sin embargo, ambos serían relativamente caros y puede obtenerse un método barato permitiendo que el aire no deseado recircule por fuera del flujo principal y vuelva a la corriente a través de una tobera variable que descarga en dirección del flujo. La energía de presión hacia arriba se convierte entonces en energía cinética en la tobera y, como la resistencia de los impulsores hace que el chorro de aire se difunda, realiza un trabajo en el sistema. Las únicas pérdidas del flujo de recirculación son las de rozamiento y forman las pérdidas de fricción en el conducto y en la tobera así como las pérdidas asociadas con el proceso de difusión, Con atención debida a los detalles se preve que estas pérdidas serán bastante pequeñas.

Las pérdidas se expresarán como dos componentes, uno asociado con el conducto que será función de la presión de velocidad en el conducto y el otro asociado con el flujo en la tobera, que será función de la presión de velocidad de la tobera.

$$\Delta P_{R,B} = C_{R,B} \frac{\rho_a v_{RB}^2}{2g} \quad (13)$$

$$\Delta P_{R,D} = C_{R,D} \frac{\rho_a v_{RD}^2}{2g} \quad (14)$$

Aplicando la ecuación de Bernouilli al flujo de recirculación en el punto de entrada y en el punto de descarga de la tobera.

$$\Delta P - \Delta P_{R,B} = \frac{\rho_a v_{RD}^2}{2g}$$

$$\Delta P = \frac{\rho_a v_{RD}^2}{2g} + C_{R,B} \frac{\rho_a v_{RB}^2}{2g} \quad (15)$$



Por continuidad

$$q_R = V_{RB} \times B \times E = V_{RD} \times D \times E \quad (16)$$

$$\text{de (15) y (16) } \Delta P = \frac{\rho_a q_R^2}{2g E^2} \frac{1}{D^2} + \frac{C_{RB}}{B^2} \quad (17)$$

$$q_R = E \frac{\Delta P \cdot 2g}{\rho_a} \times \frac{1}{\frac{1}{D^2} + \frac{C_{RB}}{B^2}} \quad (18)$$

5

Con recirculación

$$Q = Q_m - q_L - q_R \quad (19)$$

$$Q = 2LN \cdot W.S. \left(A + \frac{t}{2} \right) - 2t \cdot W.S.$$

$$\left[\left(\frac{P \cdot 2g}{\rho_a \cdot \frac{C_L}{2}} \right) \right]^{\frac{1}{2}} - E.S.$$

$$\left[\frac{\Delta P \cdot 2g}{\rho_a} \frac{1}{\left(\frac{1}{D^2} + \frac{C_{RB}}{B^2} \right)} \right]$$

10

Nota:

i) Puede verse que cuando D es cero el último término de la ecuación (20) desaparece y la ecuación vuelve a ser la ecuación (11), como era de esperar .

15

ii) Para valores diferentes de D se obtiene una familia de características distintas del ventilador. Por lo tanto se obtiene control del flujo variando D, lo que da una característica de ventilador distinta, que cruza la línea de resistencia del sistema en una condición de flujo distinta.

20

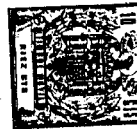
Rendimiento

El rendimiento aerodinámico del sistema se define como

$$\eta_a = \frac{\text{Trabajo útil sobre el gas}}{\text{Trabajo útil sobre el gas} + \text{pérdidas aerodinámicas de energía}} \quad (21)$$

25.

El rendimiento total del ventilador puede entonces determinarse multiplicando por el rendimiento mecánico



$$\eta = \eta_a \cdot \eta_m$$

(22)

Las pérdidas de energía aerodinámicas se dividen en tres partes.

- 5 i) La pérdida causada por el flujo de escape que ocurre a través de toda la elevación de presión del ventilador.
- ii) La pérdida causada por el flujo de recirculación que ocurre a través de la diferencia de presión igual a las pérdidas del circuito de recirculación.
- 10 iii) La pérdida causada por el paso de todo el flujo a través de una diferencia de presión igual a las pérdidas de rozamiento de las láminas.

$$\text{Trabajo útil sobre el gas} = Q \times \Delta P \quad (23)$$

$$\text{Pérdida de escape} = qL \times \Delta P \quad (24)$$

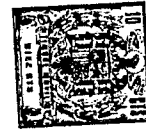
$$15 \text{ Pérdida de recirculación} = qR \times (\Delta P_{RB} + \Delta P_{RD}) \quad (25)$$

$$\text{Pérdida de fricción} = Q_m \times \Delta P_f \quad (26)$$

$$\eta_a = \frac{Q \Delta P}{(Q + qL)\Delta P + qR(\Delta P_{RB} + \Delta P_{RD}) + Q_m \Delta P_f} \quad (27)$$

Notas:

- 20 i) La ecuación (27) podría descomponerse todavía más, pero se hace demasiado complicada y es mejor evaluar los componentes de la ecuación tal como están.
- ii) La pérdida de presión por rozamiento puede determinarse usando la ecuación para las pérdidas en las tuberías, usando un diámetro hidráulico equivalente para las láminas;
- 25 iii) De la ecuación (27) queda claro que, si se desprecian las pérdidas de fricción y el flujo de recirculación se hace igual a cero, el rendi-



miento es igual a la relación del flujo principal dividido por el flujo principal más el flujo de escape. Mientras menor sea el escape mayor será el rendimiento.

5 Consumo de potencia y potencia útil.

El impulsor comunica energía al gas a una potencia constante. Esta energía proviene de la energía cinética de los pesos del impulsor y el déficit de energía resultante es compensado por el trabajo realizado sobre los pesos por los bastidores de empuje. Por lo tanto, puede considerarse a la lámina como un depósito de energía, alimentado en energía por los bastidores de empuje, y del cual el gas extrae energía.

Este concepto puede utilizarse para establecer un criterio para la masa de la correa, puesto que, si la relación de energía extraída por el gas a la relación de energía presente en el impulsor es pequeña, las distorsiones de la lámina se harán mínimas. Las pruebas realizadas a relaciones de energía diferentes deben indicar en qué valor se hace crítica la relación. También es probable que, si la energía del impulsor disminuye, habrá tendencia a que el impulsor extraiga más energía de las varillas de empuje. De esta forma la energía proporcionada por las varillas de empuje tenderá a ser constante con el tiempo. Usando esto como base, es posible determinar la fuerza en cada bastidor debida a las necesidades de energía del gas.

Las ecuaciones de la lámina, suponiendo una forma sinusoidal, son las siguientes:

376358

$$y = A \cos \left(2\pi NT + 2\pi \frac{x}{L} \right) \quad (28)$$

$$y = -A 2\pi N \sin \left(2\pi NT + 2\pi \frac{x}{L} \right)$$

$$y'' = -A 4\pi^2 N^2 \cos \left(2\pi NT + 2\pi \frac{x}{L} \right) \quad (30)$$

Fuerza en el elemento $dx = w \cdot W \cdot dx \frac{y}{\epsilon}$

5 Potencia suministrada = $w \cdot W \cdot dx \frac{y}{\epsilon} y$
al elemento dx

• • Potencia total suministrada a la lámina en un momento determinado en el tiempo.

$$= \int_0^L \frac{w \cdot W}{g} A^2 8\pi^3 N^3 \sin \frac{2\pi x}{L} \cos \frac{2\pi x}{L} dx$$

10 Esta potencia total es cero, ya que la mitad de la lámina está suministrando un trabajo igual al que necesita la otra mitad. La razón de transferencia de energía interna estará dada, por lo tanto, por

$$2 \int_0^{\frac{L}{4}} \frac{w \cdot W \cdot A^2}{g} 8\pi^3 N^3 \sin \frac{2\pi x}{L} dx$$

$$15 = 2 \frac{w \cdot W \cdot A^2 8\pi^3 N^3}{g} \frac{L}{2\pi} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin \phi d\phi$$

$$= 4 \frac{\pi^2 w \cdot W \cdot A^2 N^3 L}{g}$$

La razón de transferencia de energía al gas viene dada por

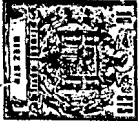
$$Q_m \times \Delta P = IN \quad 2AW \Delta P$$

20 • • razón de transferencia de energía interna en la lámina
 $Z = \frac{\text{razón de transferencia de energía interna en la lámina}}{\text{razón de transferencia de energía al gas}}$

$$Z = \frac{4\pi^2 w WA^2 N^3 L}{g LN 2AW P}$$

$$Z = \frac{2\pi^2 wA N^2}{g \Delta P}$$

25 Esta expresión es el parámetro por el que puede juzgarse la estabilidad de la lámina, pudiendo determinarse experimentalmente el valor mínimo de Z que puede usarse en la práctica. Mientras mayor sea el valor de Z, mayor



será la estabilidad. Es de notar que la estabilidad puede mejorarse aumentando los valores de w , A y N y reducirse aumentando la elevación de presión de gas.

5

Determinaremos ahora, para el sistema de cinco bastidores de empuje, cómo se comunica la energía al impulsor y qué fuerzas participan. Se supondrá que, para un valor elevador de Z , la entrada de energía será constante e igual a la energía suministrada al gas.

10

Se supondrá también que la energía será suministrada en partes iguales por cuatro bastidores de empuje separados por un cuarto de longitud de onda. Los dos bastidores extremos harán cada uno la mitad del trabajo que los bastidores centrales. Se demostrará que una fuerza que varía sinusoidalmente, desfasada 90° con el movimiento, cumple todas las condiciones.

15

$$F = F_m \sin \left(2\pi NT + 2\pi \frac{x}{L} \right) \quad (32)$$

$$\text{Potencia absorbida} = F \dot{y} = -F_m A 2\pi N \sin^2 \left(2\pi NT + 2\pi \frac{x}{L} \right)$$

Esto, aplicado para los bastidores de empuje a

$$x = 0 = \frac{L}{4} = \frac{L}{2} = \frac{3L}{4}$$

20

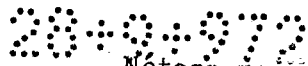
Potencia absorbida total

$$= F_m A 2\pi N \left[\sin^2(2\pi NT) + \sin^2\left(2\pi NT + \frac{\pi}{2}\right) + \sin^2\left(2\pi NT + \pi\right) + \sin^2\left(2\pi NT + \frac{3\pi}{2}\right) \right]$$

$$G = 4\pi F_m A N \frac{\text{cm.Kg.}}{\text{seg.}} \quad (33)$$

25

Esta es la energía por lámina y puede usarse para determinar la fuerza de trabajo en cualquier punto del sistema, considerando el número de láminas que están en serie pasado dicho punto. Se notará que esta ecuación demuestra que las necesidades de energía son constantes con el tiempo.



Nótese para un bastidor de empuje



$$G = \pi Fm A N \frac{\text{cm. Kg.}}{\text{seg.}}$$

(34)

Forma de la lámina y fuerzas de tensión.

5

Hasta ahora se ha supuesto que la forma de la lámina es una onda sinusoidal. Es sabido que las coordenadas de la lámina que vienen determinadas por los bastidores de empuje, están sobre una curva sinusoidal porque está dispuesta teniendo una relación grande entre la longitud de la varilla de conexión y el radio de la palanca acodada. Sin embargo, parece que teóricamente la correa, entre estas posiciones fijas, no adopta una curva sinusoidal continua. A efectos prácticos, para la relación de longitud a amplitud en que el invento se desenvuelve actualmente, se demostrará que el suponer una curva sinusoidal es una buena aproximación. También se establecerán las expresiones de las tensiones que aparecen en la lámina.

10

20

Consideraremos ahora una parte de la correa de un cuarto de longitud de onda, que tenga una relación entre longitud de onda y amplitud de 24:1 aproximadamente, en un momento de tiempo determinado.

20

Suponiendo que los pesos impulsores concentrados estén sobre una curva sinusoidal, tienen coordenadas como aparecen en la Fig. 28.

25

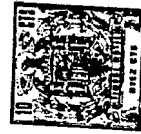
Para un peso idéntico U en cada punto de la lámina y despreciando el peso de la propia lámina.

$$F = U \frac{y}{g} \text{ Kg.}$$

de (28) y (30) $F = U \times \frac{4\pi^2 N^2}{g} y$

ó $F = ky$ en que $K = \frac{U \cdot 4\pi^2 N^2}{g}$ (35)

$$\begin{aligned} F_1 &= 0,5 \times k \\ F_2 &= 0,433 \times k \\ F_3 &= 0,25 \times k \end{aligned}$$



Resolviendo para F1

$$5 \quad 2 \cdot R_1 \times \frac{0,067}{1} = 0,5k$$

$$R_1 = \frac{0,5}{2 \times 0,067} k = 3,73k$$

Resolviendo para F2

$$\text{Verticalmente } R_2 \times 0,183 - R_1 \times 0,067 = F_2 = 0,433k$$

$$R_2 = \frac{(0,433 + 3,73 \times 0,067) k}{0,183}$$

$$10 \quad R_2 = \frac{0,683k}{0,183} = 3,73k$$

Comprobar horizontalmente $R_2 \times 0,983 \neq R_1 \times 0,998$

Resolviendo para F3

$$\text{Verticalmente } R_3 \times 0,25 - R_2 \times 0,183 = F_3 = 0,25k$$

$$R_3 = \frac{(0,25 + 3,73 \times 0,183) k}{0,25}$$

$$15 \quad = \frac{0,933 k}{0,25} = 3,73k$$

Horizontalmente

$$R_3 \times 0,968 \neq R_2 \times 0,983$$

Estos resultados demuestran que la forma verdadera de la correa que vibra no es una curva sinusoidal.

20 Sin embargo, los equilibrios de fuerzas horizontales tienen un error del 2% como máximo, por lo que podemos decir que, a efectos prácticos, la onda sinusoidal es una buena aproximación de la curva real.

25 En este caso la tensión de la correa es constante y viene dada por

$$R = 3,73k \times \frac{y}{0,5} = 3,73,4\pi \frac{2UN^2}{g} \times \frac{y}{0,5} = 295 \frac{UN^2 y}{g} \text{ kg (16)}$$

Considerando la lámina, en el caso de una lámina reforzada con fibra de vidrio:

376358



Las fibras de la lámina precisan transmitir fuerza de tensión de un extremo al otro y también deben ser capaces de resistir los esfuerzos de torsión que se establecen debido a la flexión. Al utilizar fibra de vidrio, se emplean como base de diseño los datos siguientes:

5.

diámetro de fibra $d = 0.0005 \times 2,54 \text{ cm.}$

módulo de Young $E' = 11 \times 10^6 \times 0,07 \text{ kg/cm}^2$

Carga de rotura de

10

fibra recién estriada = $500.000 \times 0,07 \text{ kg/cm}^2$

No parece existen datos de confianza sobre fatiga para fibras de vidrio sencillas. Por ejemplo, el diseño se hará con un criterio conservador;

15

Supongamos por lo tanto una fuerza de doblado permisible $f = 5.000 \times 0,07 \text{ kg/cm}^2$ X

El esfuerzo de flexión para una fibra arrollada alrededor de una sección curva de radio r.

$$f = \frac{E'd}{r^2}$$

$$r = \frac{E'd}{f^2}$$

20

$$r = \frac{11 \times 10^6 \times 0,07 \times 0,0005 \times 2,54}{5000 \times 0,07 \times 2} = 0,55 \times 2,54 \text{ cm.}$$

Así, con tal de que las superficies de las que se desenrolla el material de la lámina tengan un radio de $0,55 \times 2,54 \text{ cm}$ ó más, no deben existir problemas de fatiga.

25

El objeto de la barra de refuerzo es transmitir las fuerzas del gas de deceleración a todo el ancho de la lámina. El número de varillas de accionamiento puede variarse de una hacia arriba. Para dos varillas de accionamiento puede elegirse situarles en los extremos

de la barra de refuerzo o en el centro. Teniéndolas en los extremos, pueden evitarse perforaciones en los impulsores así como obstrucciones en el flujo de aire, pero los momentos de flexión son superiores y, para una envergadura razonable, el peso del componente se hace elevado. Si se sitúan las varillas de accionamiento dentro de la envergadura de las barras de refuerzo, existe una posición que da el momento de flexión mínimo y asegura que no se transmita esfuerzo de flexión a las varillas de accionamiento. Esto puede demostrarse así;

En el punto de apoyo.

El momento de flexión libre de apriete

$$= \frac{F X 1}{W} \times \frac{1}{2} \frac{F X 1^2}{2W}$$

El momento de flexión apriete - apriete

$$= F X \frac{(W - 21)^2}{W \cdot 12}$$

Se obtienen las condiciones correctas si se hacen iguales estos momentos de flexión.

$$\frac{F1^2}{2W} = F \frac{(W-21)^2}{W12}$$

$$W^2 - 21^2 - 4w1 = 0$$

$$\left(\frac{W}{1}\right)^2 - 4\left(\frac{W}{1}\right) - 2 = 0$$

$$\frac{W}{1} = \frac{4 + \sqrt{16 + 4 \cdot 2}}{2} = 4.45$$

$$1 = 0.224 W \quad (39)$$

$$W - 21 = 0.552 W \quad (40)$$

$$B M = F \frac{0.224^2 W^2}{2W}$$

$$B M = 0.0252 FmW \quad (41)$$

Ha quedado demostrado que una forma de onda sinusoidal para la correa satisface los requisitos de los cambios de fuerza de las masas individuales de la

376558

- 40 -

376758

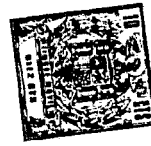


lámina y que esto se hace con un valor prácticamente constante de las fuerzas de tensión. Esta condición sólo se realizará si todas las masas son idénticas. Esto quiere decir que, para que las fuerzas de inercia de la varilla de accionamiento queden equilibradas por la tensión de la lámina, la masa de cada barra de refuerzo libre debe ser aumentada, para que sea igual a la suma de la masa de la barra de refuerzo controlada y la parte asociada de la masa de la varilla de empuje unida.

10 Las condiciones en los extremos de la lámina son especiales. Cuando las barras de refuerzo extremas están en posición central, la fuerza de inercia de la barra de refuerzo es cero y la componente vertical de la tensión de la lámina debe ser equilibrada por una fuerza en las varillas de accionamiento. La fuerza de las varillas en un extremo de la lámina es igual y opuesta a la fuerza en el otro extremo de la lámina y por lo tanto el resultado total es un equilibrio de las fuerzas de inercia en la conexión. Las reacciones horizontales son iguales y opuestas y, por lo tanto, al estar interconectadas, se anulan. Las reacciones verticales son iguales y opuestas y producen un par que puede equilibrarse por un par igual y opuesto de una lámina en contraflexión.

25 Cuando las barras de refuerzo extremas están en los extremos de sus recorridos, desarrollan una fuerza de inercia que sólo es equilibrada en parte por la componente vertical de la tensión de la lámina. Sin embargo, es posible disponer el ángulo de la conexión de fijación para asegurar que los componentes horizontales de las

30 376358



fuerzas de las conexiones de fijación y de la lámina se anulan y que la suma de sus componentes verticales equilibran la fuerza de inercia de la barra de refuerzo. De esta forma las fuerzas sufridas por las varillas de accionamiento se hacen mínimas.

Al considerar las conexiones mecánicas, éstas deben transmitir cuatro movimientos, que son generados cómodamente por cuatro palancas acodadas en ángulo recto. Sin embargo, con este sistema de palancas acodadas, aunque las fuerzas se equilibran, queda un par primario residual, cuya magnitud depende del dispositivo particular empleado. Para eliminar este par, se adoptó la disposición que se muestra en la Fig. 20. Las palancas acodadas se dividen en dos grupos, consistiendo cada grupo en dos palancas desfasadas 180° . Una de ellas está dividida en dos y va montada a ambos lados de la otra. De esta forma se consigue un equilibrio completo de par en la palanca, así como un equilibrio completo de las reacciones horizontales en las mismas. Las reacciones verticales en las palancas se equilibran, pero debe tenerse cuidado de proporcionar un dispositivo de acoplamiento simétrico para que no quede par alguno.

Aunque, en principio, todas las fuerzas y pares primarios pueden equilibrarse, quedarán ciertos desequilibrios secundarios, pero éstos son de mayor frecuencia que los primarios y, en dispositivos pequeños, pueden eliminarse mediante técnicas de aislamiento de vibraciones.

Se apreciará que, aunque la descripción está hecha para una bomba, la misma unidad funcionaría como

376358



motor si se forzase flúido a través de ella, pues el movimiento del flúido a lo largo de la lámina flexible impulsaría hacia abajo las varillas de empuje, haciendo que el eje de transmisión excéntrico girase y manteniendo el movimiento de la lámina sincronizado de forma que constituyese una onda entretenida. Una vez establecida esta onda entretenida, será mantenida por el flúido que pasa a través del conducto de flujo, y accionará a la unidad como motor.

El empleo del ventilador, como se ha descrito más arriba, con referencia a las Figs. 16 a 27, como un compresor, necesita pasar flúido a una región de alta presión. Aunque el ventilador puede hacer esto, si la contrapresión es muy elevada podría hacer que una onda de choque pasase repentinamente a través del flúido que se descarga, al llegar éste a una presión superior. Este dispositivo no es eficiente y lo que hace falta es un método para comprimir el gas a medida que pasa por el impulsor. Esto puede hacerse reduciendo la longitud de onda de la lámina cerca de la salida, reduciendo la amplitud de la onda o reduciendo el ancho de la lámina. Si se alimentase gas comprimido a la salida de un compresor, como se acaba de decir, se expansionaría y, al hacerlo, crearía diferencias de presión que darían lugar a trabajo efectuado sobre las láminas. Dicho de otra forma, trabajaría como turbina. La turbina tendría exactamente la misma forma que el compresor pero habría diferencias de construcción debido a las temperaturas más altas de la turbina. Puede ser posible formar las láminas para que resistan a temperaturas elevadas sin enfriamiento,



construyéndolas con fibras de óxido o de carbono, si se obtienen condiciones no oxidantes en el gas. Esta última condición debería ser posible en una unidad de turbina de gas, a costa de cierta pérdida de rendimiento de la turbina, si se dispone la combustión con una pequeña 5 deficiencia de oxígeno y se deja espacio suficiente para que se produzca una mezcla completa. Podría controlarse la temperatura recirculando el gas agotado. Las etapas de turbina y compresor podrían ir acopladas directamente y la única salida de potencia en eje requerida 10 sería la final al alternador de potencia. Aún este eje podría eliminarse si fuese posible producir un alternador lineal especial, de acuerdo con la acción lineal.

También es posible utilizar el ventilador como 15 bomba para líquidos incompresibles. Sin embargo, se cree que, debido al tamaño de la mayoría de las bombas pequeñas, las ventajas del ventilador actual no serían demasiado grandes y su empleo principal sería para manejar grandes volúmenes de lodos y pastas.

Otro uso del ventilador estaría relacionado con 20 aviones de aterrizaje y despegue vertical (VTOL). Con sus elevadas relaciones potencia/volumen y potencia/peso parece que el ventilador podría resultar muy útil para dichas aplicaciones.

Aunque se han descrito excéntricas mecánicas, se 25 verá que pueden usarse otras formas de excéntricas, por ejemplo podría usarse un acoplamiento hidráulico basado en una bomba de plato inclinado. También podría concebirse un sistema eléctrico en que las varillas de empuje 30 fuesen accionadas por solenoides.

376358



5 Descrita suficientemente la naturaleza del
invento así como la forma de realizarlo en la práctica
debe hacerse constar que las disposiciones anteriormen-
te descritas son susceptibles de modificaciones de deta-
10 lle en cuanto no alteren su principio fundamental. Tam-
bién se hace constar que el invento corresponde a una so-
licitud de patente presentada en Inglaterra el 7 de Fe-
brero de 1969, con el N^o 6737/69, accogiéndose por lo
tanto a los beneficios que conceden los Convenios Inter-
nacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia
del referido invento y por lo que se solicita una Paten-
te de Invención por 20 años en España, sobre "APARATO
PARA FLUJO DE FLUIDO", caracterizándose por lo siguiente:

15 1.- Aparato para flujo de fluido caracteriza-
do porque incluye al menos un conducto para flujo de
fluido, siendo al menos un lado del o de cada conducto
de flujo de fluido una lámina flexible, y varios miem-
20 bros dispuestos a intervalos a lo largo de la o de ca-
da lámina flexible y conectados a la misma, estando
los miembros obligados a tener un movimiento secuencial
tal que el movimiento de la o de cada lámina flexible
se obligue a ser un movimiento de onda entretenida
25 transversal a lo largo de la lámina, porque los extre-
mos de la lámina flexible están interconectados opera-
tivamente para formar un bucle capaz, en funcionamiento,
de transferir tensión de un extremo de lámina flexible
al otro extremo fuera de la lámina, y porque la lámina
y porque la lámina flexible es capaz de transmitir
30 tensión a lo largo de sí misma sin aumento substancial

30



en la longitud de la lámina.

5.

2.- Aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque los costados de la o de cada lámina flexible sean móviles, adyacentes a y en el plano de las placas laterales:

10

3.- Aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque el conducto incluye una pareja de lados opuestos no interconectados, siendo al menos uno de los lados opuestos una lámina flexible, existiendo varios miembros dispuestos a intervalos a lo largo de la lámina flexible y conectados operativamente a la misma, estando obligados los miembros a tener un movimiento secuencial, de forma que el movimiento de la lámina flexible se vea ligado al movimiento de una onda transversal entretenida a lo largo de la lámina.

15

4.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque hay dos láminas flexibles que forman alguno al menos de los límites de los conductos de flujo de fluido.

20

5.- Aparato según la reivindicación 3, caracterizado porque las dos láminas flexibles que forman alguno al menos de los límites del conducto de flujo de fluido están dispuestas en relación de contraflexión.

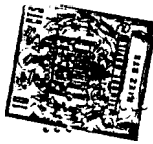
25

6.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes caracterizado porque los miembros abarcan cada uno al menos una varilla de empuje conectada a la lámina por un extremo y conectada operativamente al medio de desplazamiento por el otro extremo.

30

7.- Aparato según la reivindicación 6, caracterizado

[Handwritten signature or scribble]



verizado porque el medio de desplazamiento comprende una excéntrica.

5 8.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes caracterizado porque la lámina flexible tiene varios pesos distribuidos a lo largo de la misma.

9.- Aparato según la reivindicación 8, caracterizado porque los pesos van distribuidos uniformemente a lo largo de la lámina.

10 10.- Aparato según la reivindicación 9 caracterizado porque la masa de cada peso conectada a una varilla de empuje, junto con la masa de su parte asociada de la varilla de empuje, es sustancialmente igual a la masa de uno cualquiera de los pesos no conectados a una
15 varilla de empuje.

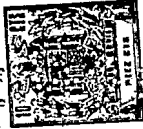
11.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la lámina flexible es de longitud igual a la longitud superficial de una longitud de onda de la onda entretenida.

20 12.- Aparato según la reivindicación 11, caracterizado porque los extremos opuestos de la lámina flexible van interconectados operativamente de forma que, durante el empleo, pueden transmitir tensión de un extremo de la lámina flexible al otro, fuera de la lámina
25 flexible.

13.- Aparato según la reivindicación 12, caracterizado porque las varillas de empuje están dispuestas a cada extremo de la lámina y en posiciones a lo largo de la lámina espaciadas un cuarto de longitud de onda de la onda entretenida.

14.- Aparato según la reivindicación 13 unida a la reivindicación

30



14.- Aparato según la reivindicación 13 unida a la reivindicación 3, caracterizado porque una de las láminas flexibles va conectada a varias varillas de empuje que pasan a través de la otra lámina.

5. 15.- Aparato según la reivindicación 14 caracterizado porque las varillas de empuje para la otra lámina van conectadas a la otra lámina en las mismas posiciones a lo largo de la lámina que las varillas de empuje conectadas a la primera lámina flexible, estando los dos juegos de varillas de empuje conectables para la operación, durante el funcionamiento, desfasadas entre sí 180°.

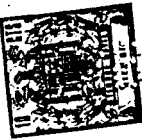
10 16.- Aparato según la reivindicación 15, caracterizado porque cada una de las varillas de empuje es desplazada por una excéntrica, siendo giradas las excéntricas por un eje común.

15 17.- Aparatos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque se proporciona un desvío de fluido desde el extremo de descarga al extremo de admisión.

20 18.- Aparato según la reivindicación 17 caracterizado porque el desvío tiene una tobera de forma que, durante el empleo, se alimenta fluido desde el extremo de descarga directamente al de admisión, en la dirección del flujo de la corriente principal de fluido.

25 19.- Aparato según la reivindicación 17 ó 18 caracterizado porque el desvío incluye una válvula de control del flujo de fluido.

30 20.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque la lámina flexi-



ble es de longitud mayor que una longitud de onda de la onda entretenida.

21.- Aparato según la reivindicación 20, caracterizado porque la lámina flexible disminuye de anchura, siendo más ancha en la admisión que en la descarga.

22.- Aparato según la reivindicación 20 ó 21, caracterizado porque la longitud de onda de la onda entretenida se reduce a lo largo de la lámina flexible, siendo mayor en la admisión.

23.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los miembros son oscilantes.

24.- Aparato para flujo de fluido, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria.

Esta Memoria consta de 49 hojas escritas a máquina por una sóla cara.

Madrid,

2 MAYO 1972

INTERNATIONAL COMBUSTION (HOLDINGS) LIMITED

L. GOMEZ ACEBO Y MODESTO
F. F. Firmados la Gestia Ferrolada

376358

376358

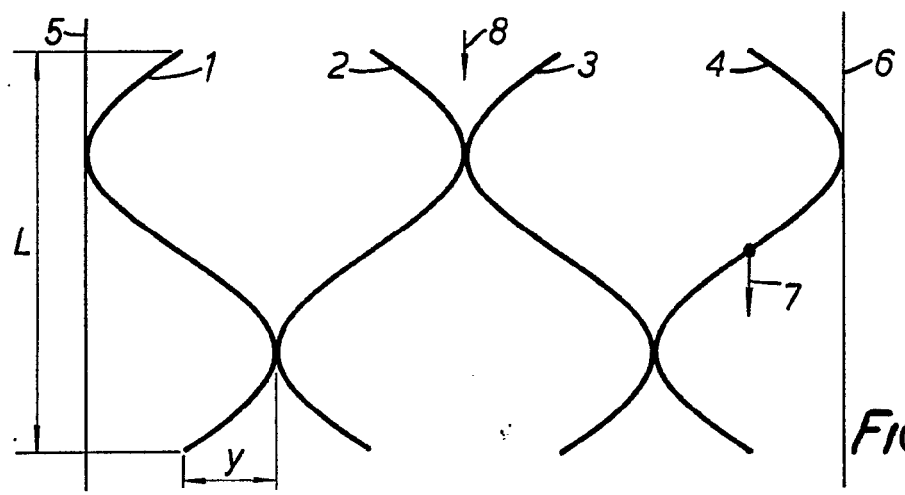


FIG. 1.

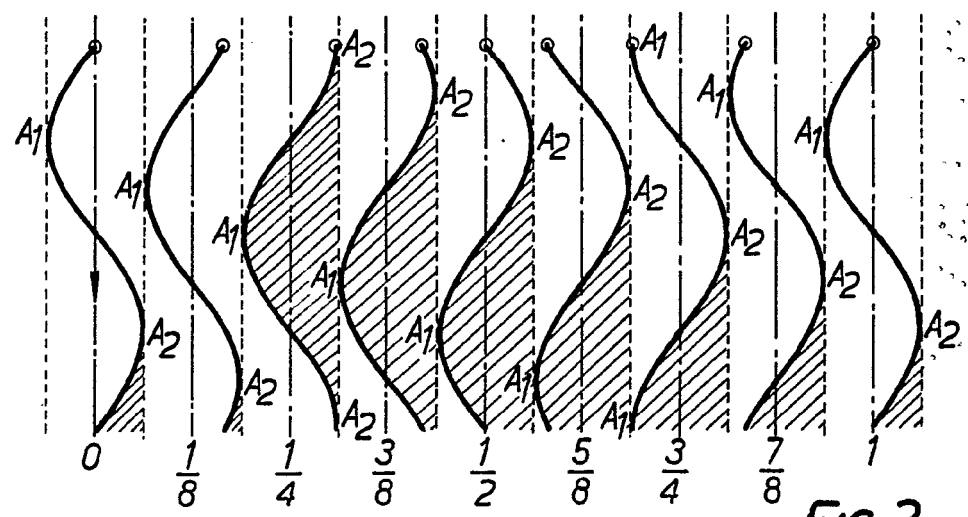


FIG. 2.

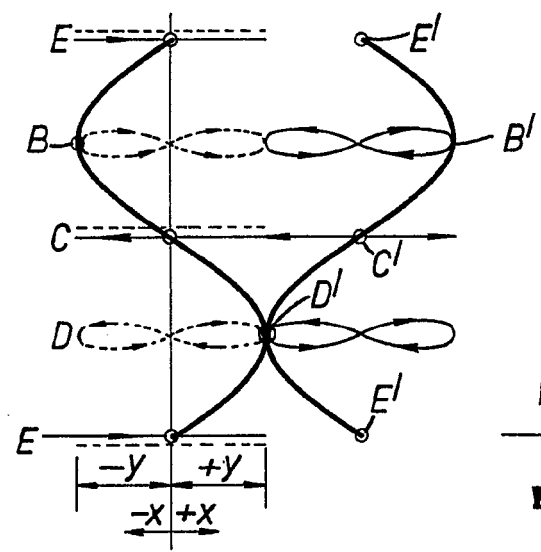


FIG. 3.

2 MAYO 1972

Madrid

L. GOMEZ ACEBO Y MODESTO
 S. de Ingenieros de Gran Escala

[Handwritten signature]

376358

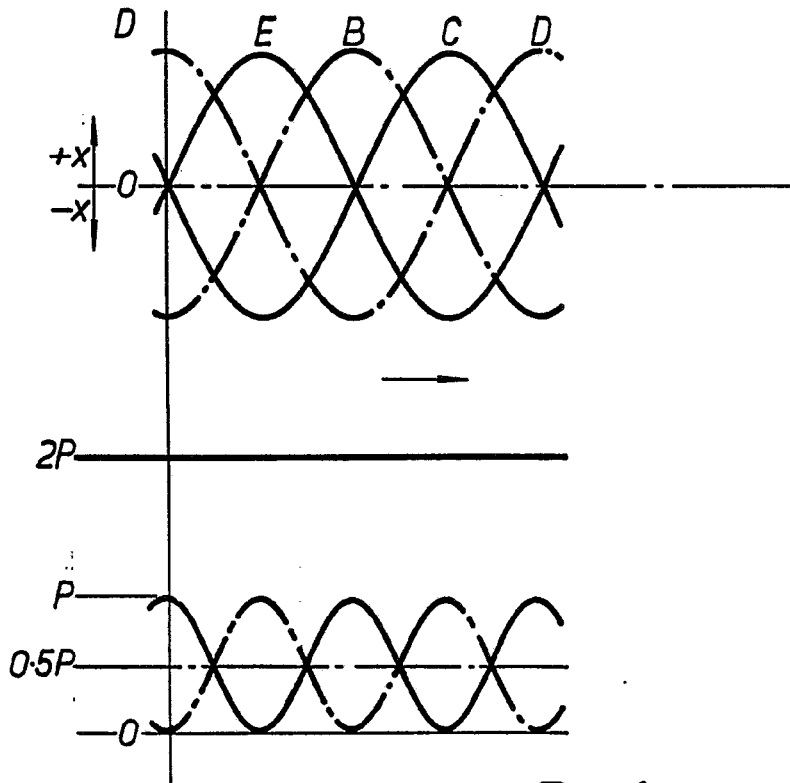


FIG.4.

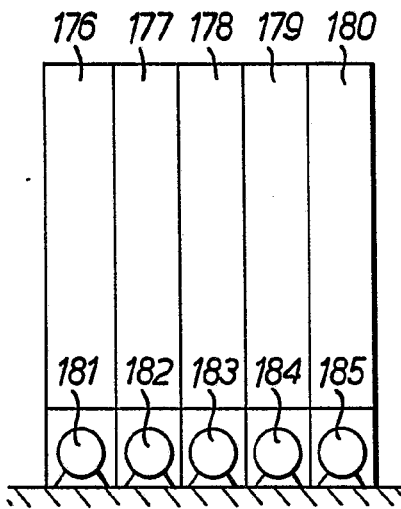


FIG.5.

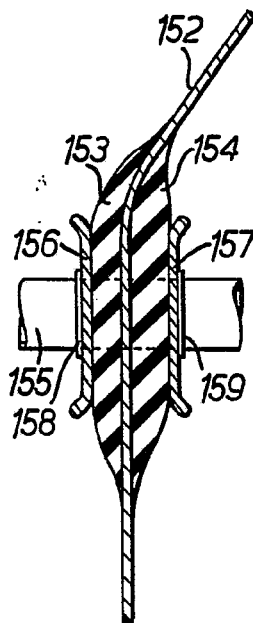


FIG.6.

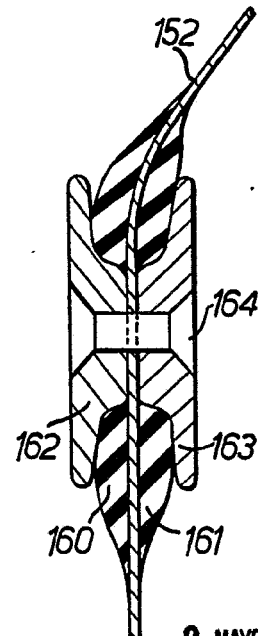


FIG.7.

2 MAYO 1972

Madrid
 J. GOMEZ ACEBU Y MODET
 P. Firmado: L. Gasca Fernández

376358

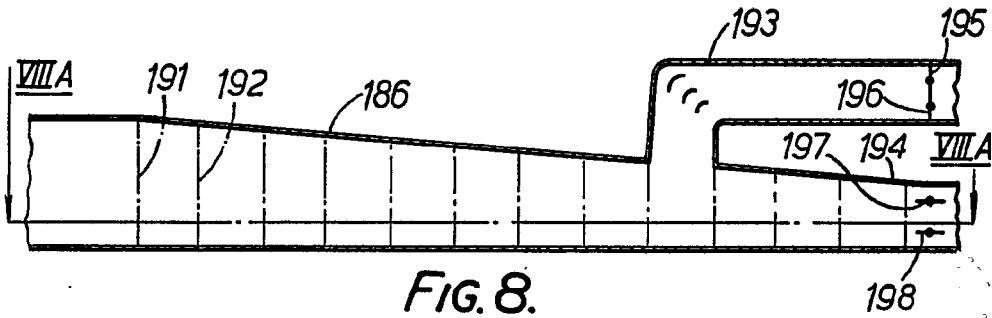


FIG. 8.

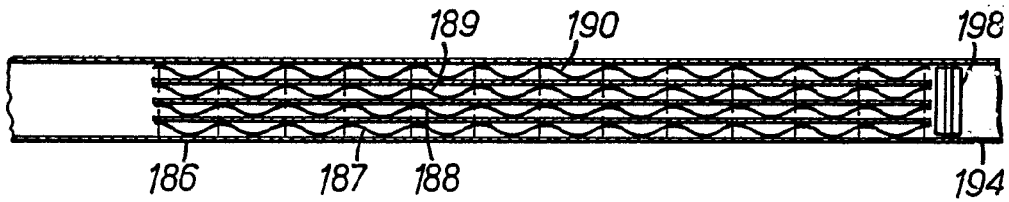


FIG. 8A.

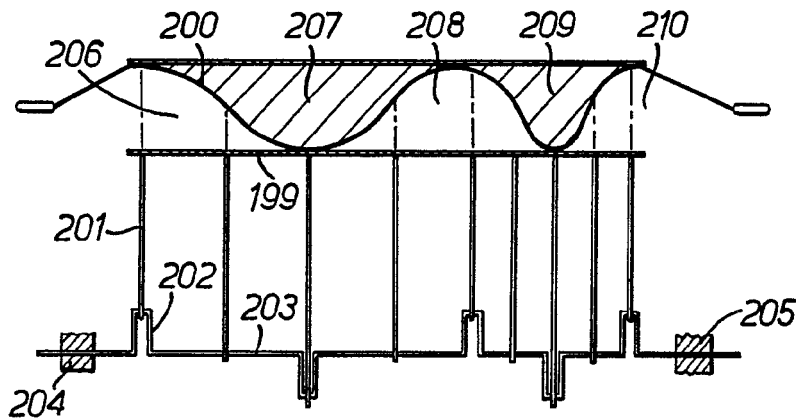


FIG. 9.

Madrid 2 MAYO 1972

J. GOMEZ ACEBO Y MORET
P. P. Elmadari L. Garcia Fernandez

376358

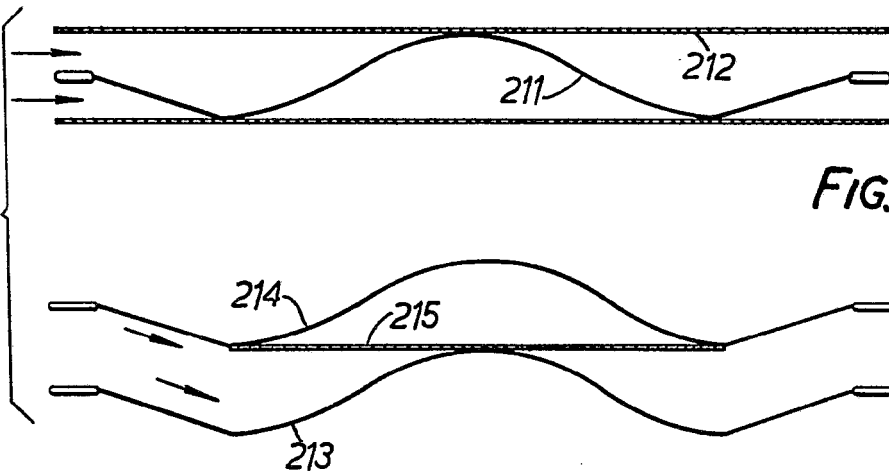


FIG. 10.

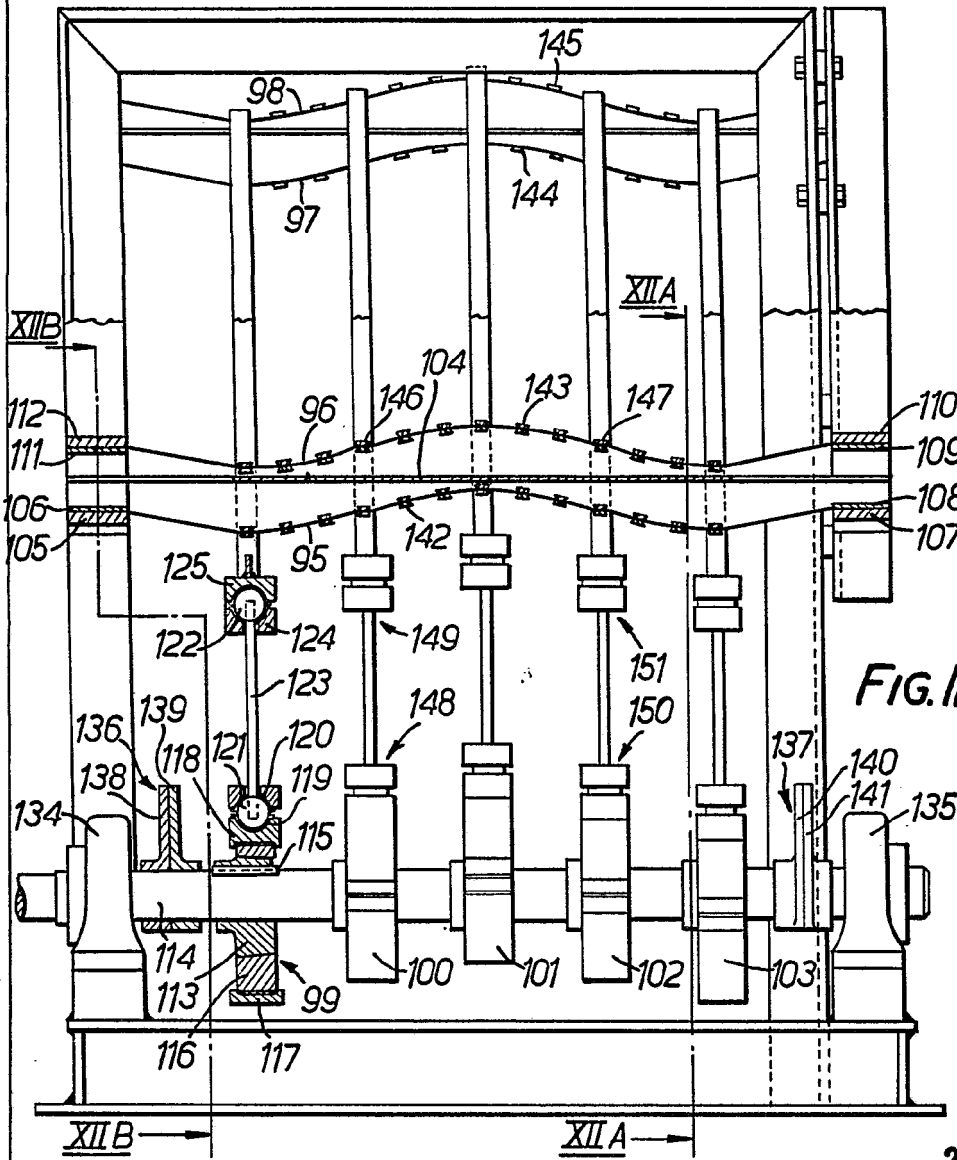
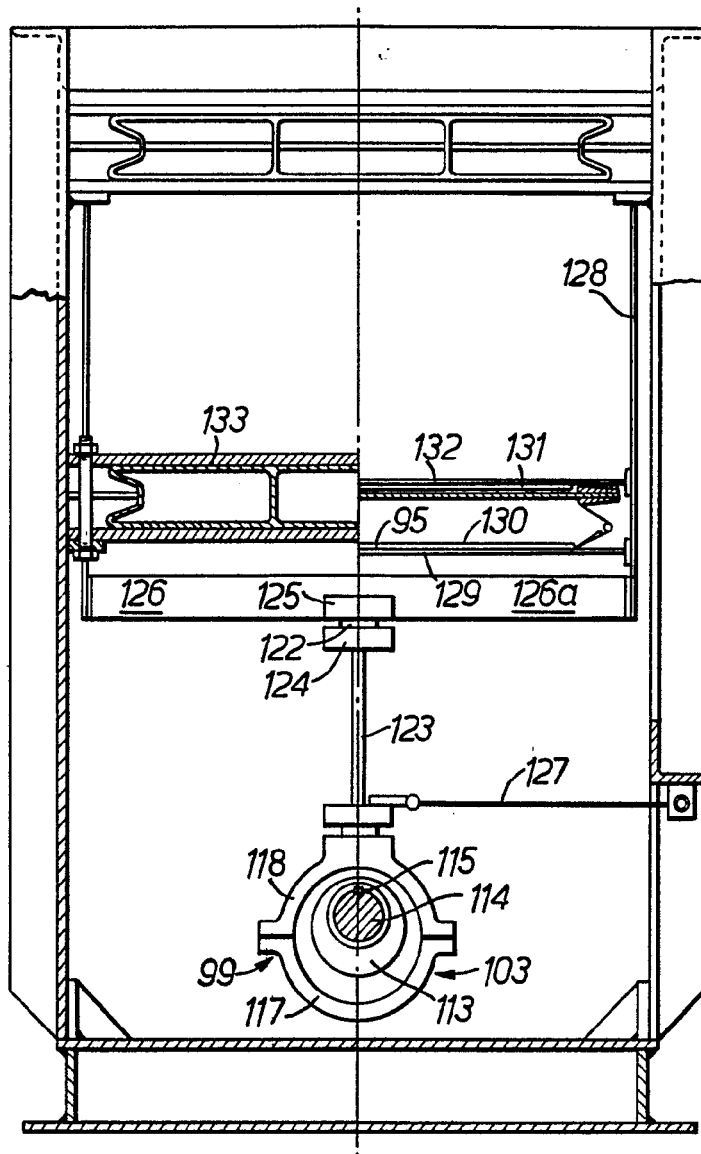


FIG. 11.

Madrid 2 MAY 1972

J. GOMEZ ACEBO Y MOBER
Ingenieros de Cámara
R. R. Elmador, L. García Fernández

376358



2 MAYO 1972

FIG. 12.

Madrid

I. GOMEZ ACEBO Y MOJER
P. de Encarnación L. Grande Fernández

3.763.58

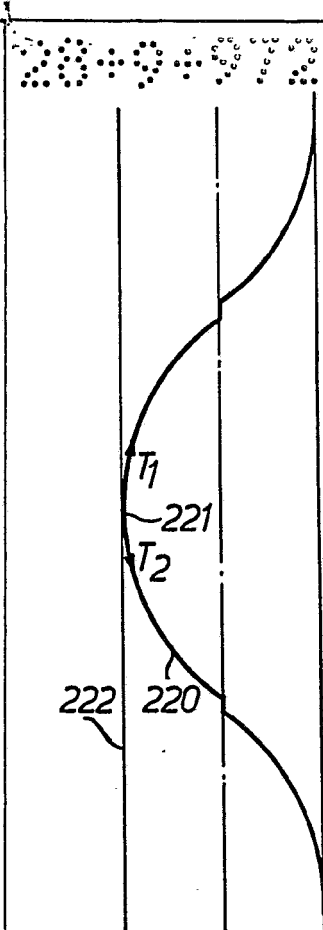


FIG. 13.

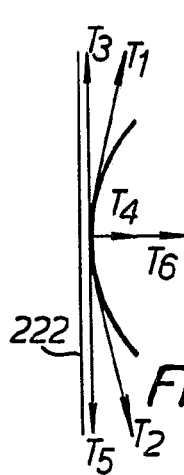


FIG. 14.

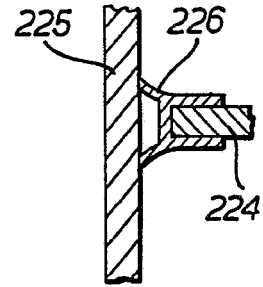


FIG. 15.

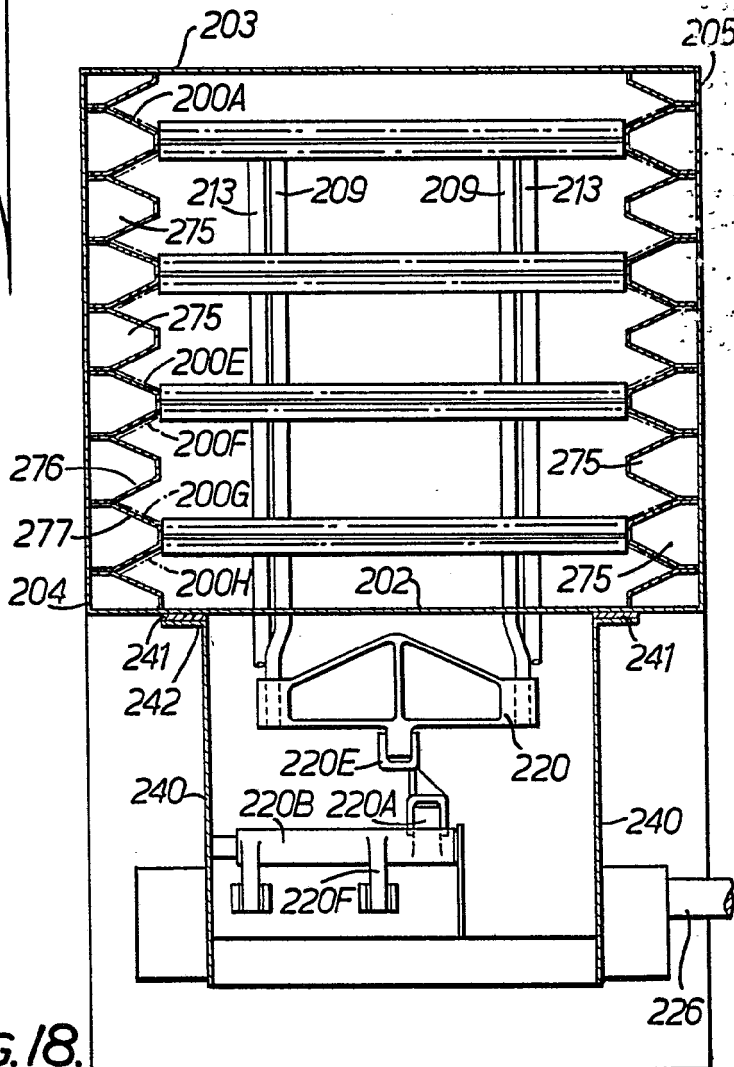


FIG. 18.

2 MAYO 1972

Madrid

J. GOMEZ ACEBO Y MODEX
Ingenieros de las Ciencias Exactas y Naturales

370758

370758

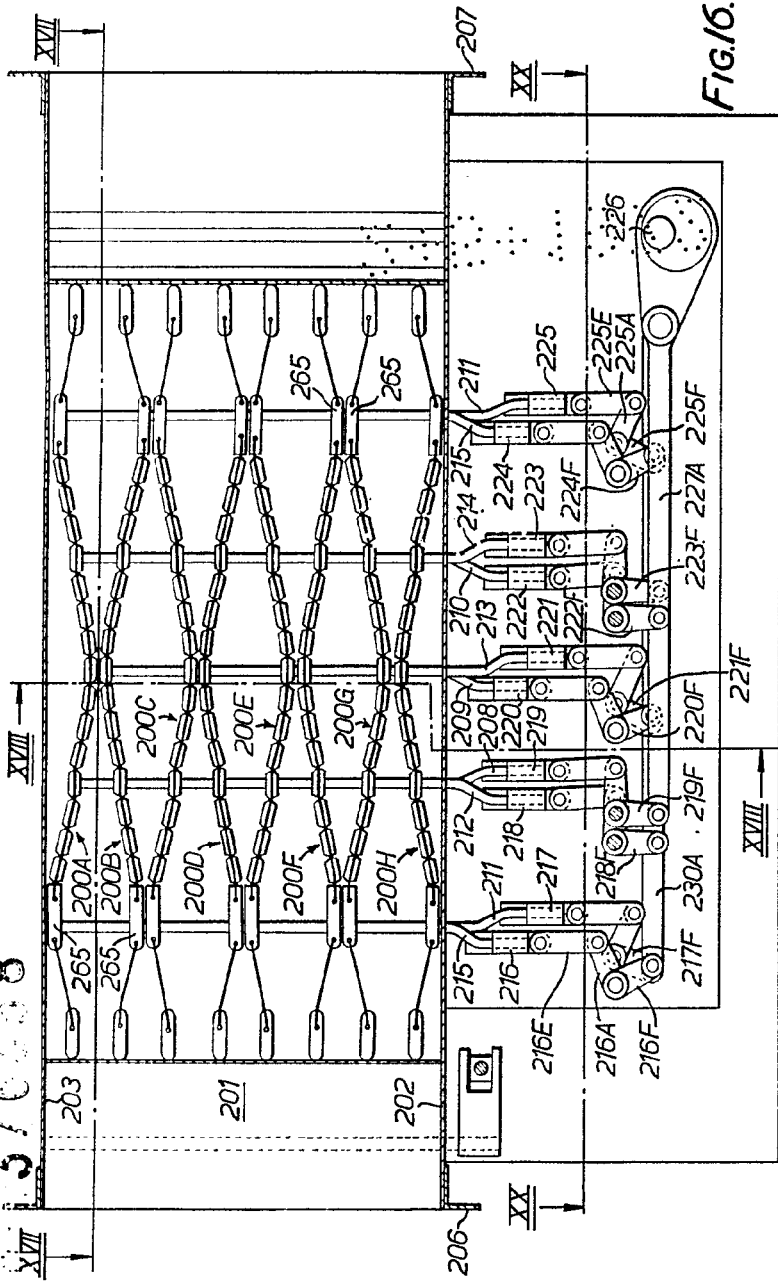


FIG. 16.

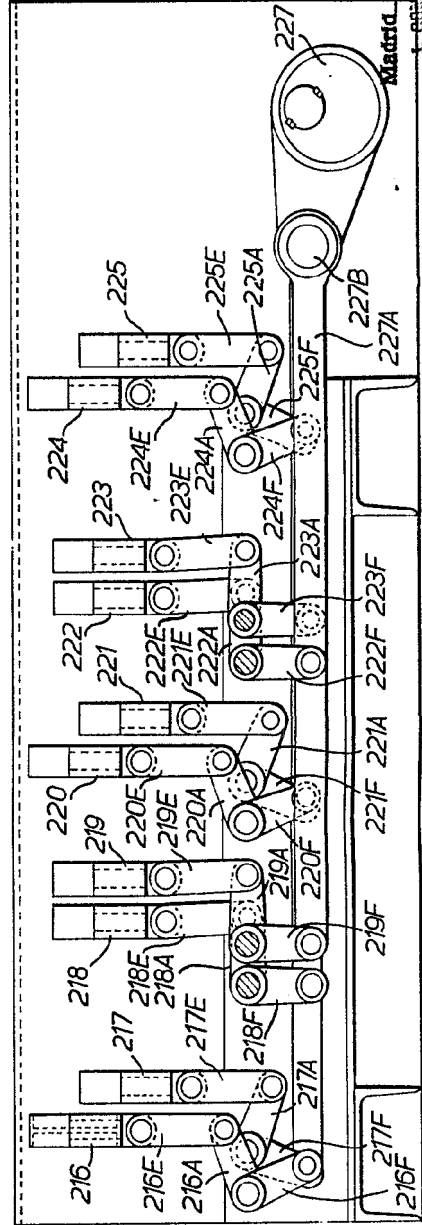


FIG. 19.

2 MAYO 1972

Madrid
A. GONZÁLEZ ACEBO Y MOJER
C/Pl. Euzkadi s/n Gran Via

376358

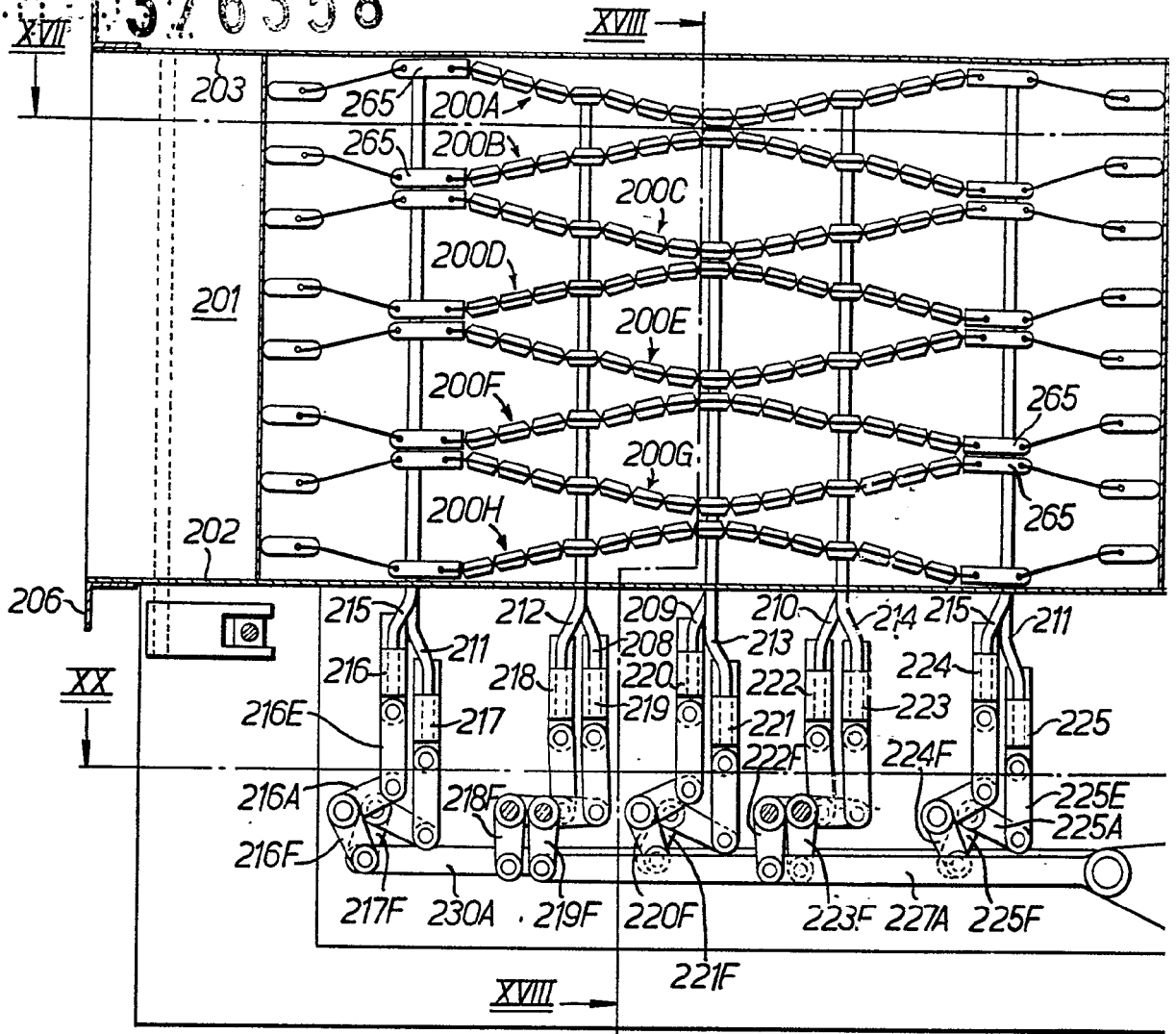
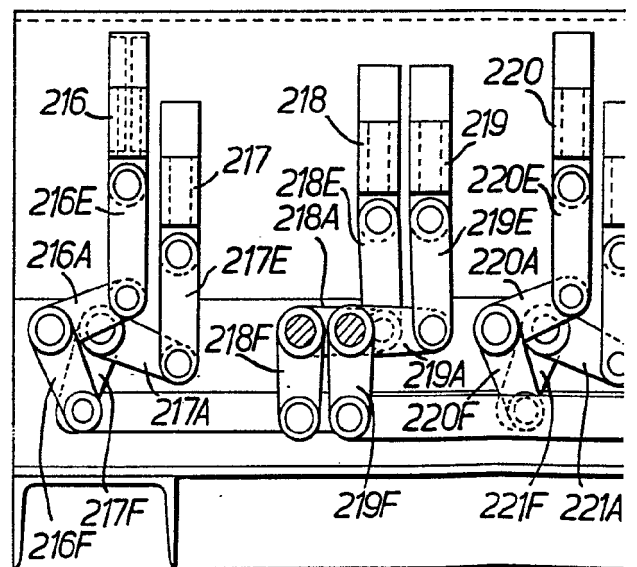


FIG. 19.



370358

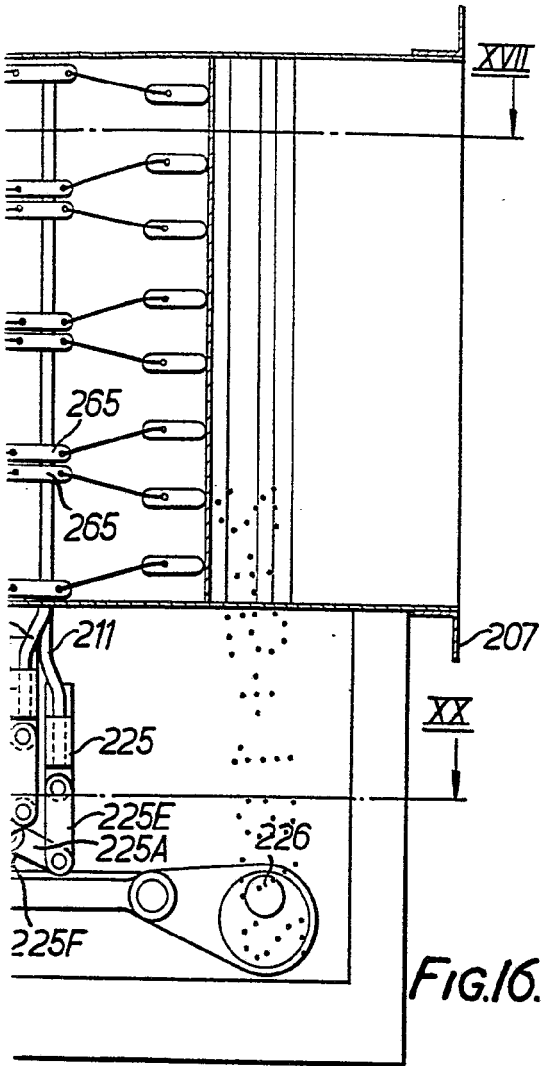
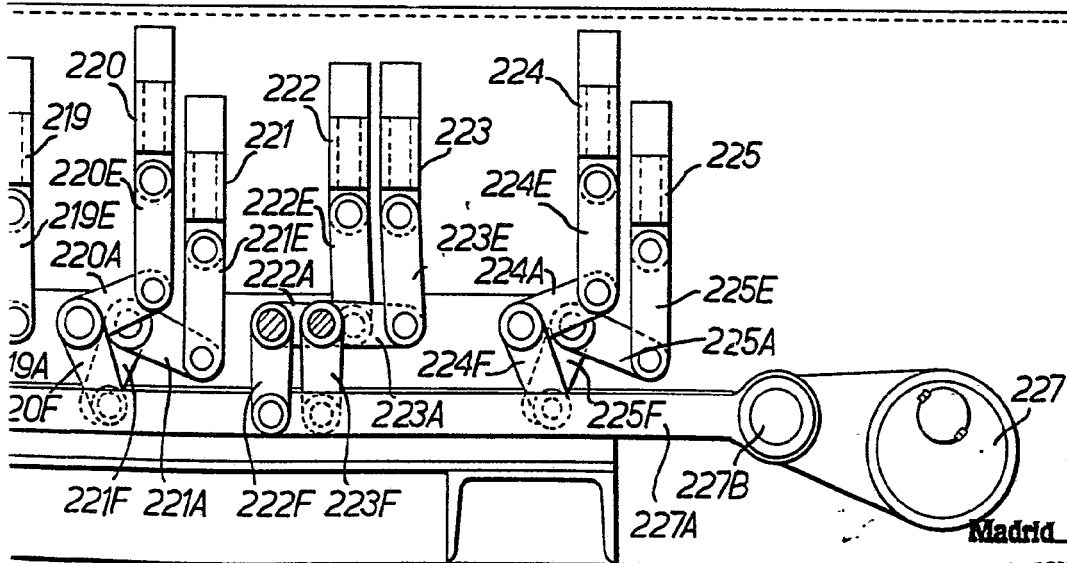


FIG. 16.



2 MAYO 1972

Madrid

J. GOMEZ ACEBO Y MODE...
C/ Elmadroa, 1. Gran Via de...

[Handwritten signature]

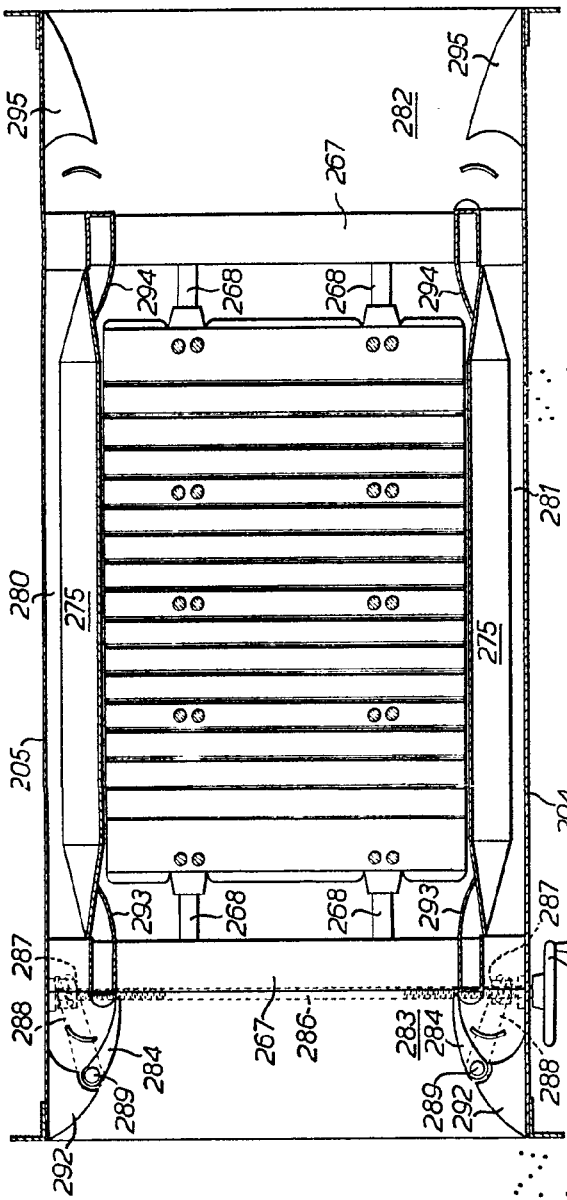


FIG. 17.

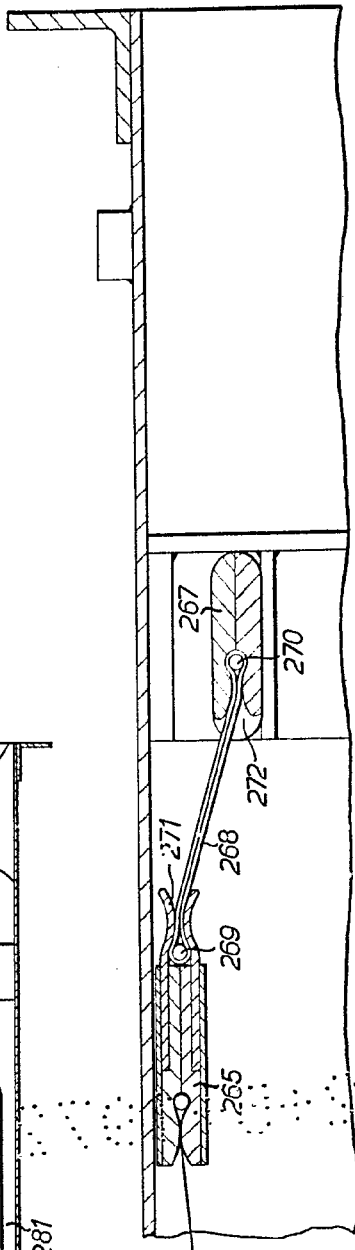


FIG. 26.

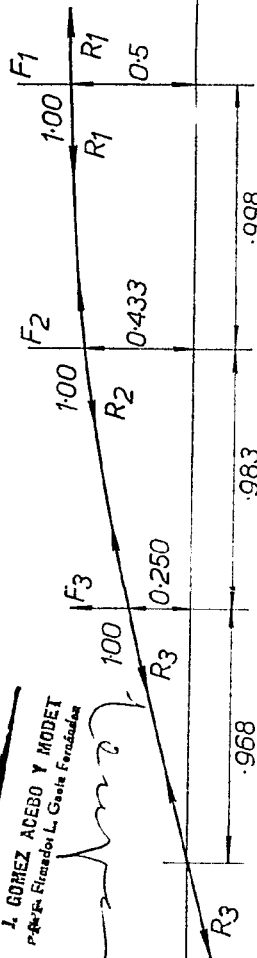


FIG. 28.

2 MAYO 1972

J. GOMEZ ACEBO Y MODESTO
 P.º y F.º Filiales L. Góme Ferradales

[Handwritten signature]

892913

892913

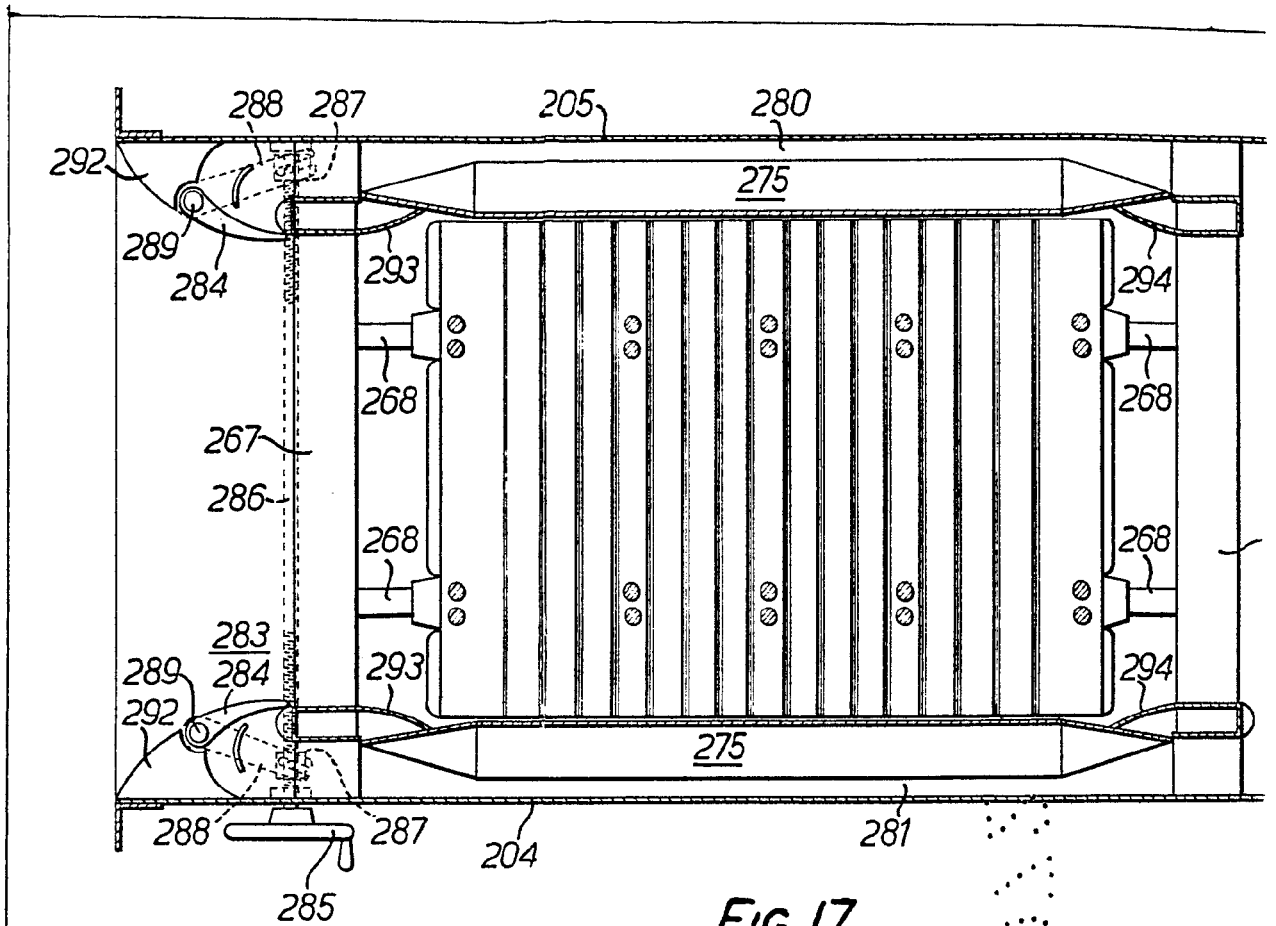


FIG. 17.

Madrid 2 MAYO 1972

J. GOMEZ ACEBO Y MODET
 Firmados L. Goetz Fernández

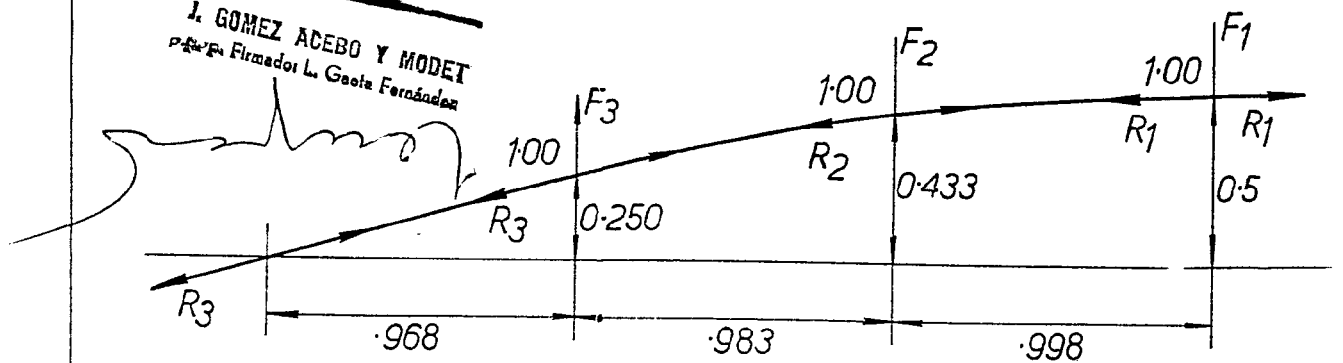


FIG. 28.

899919

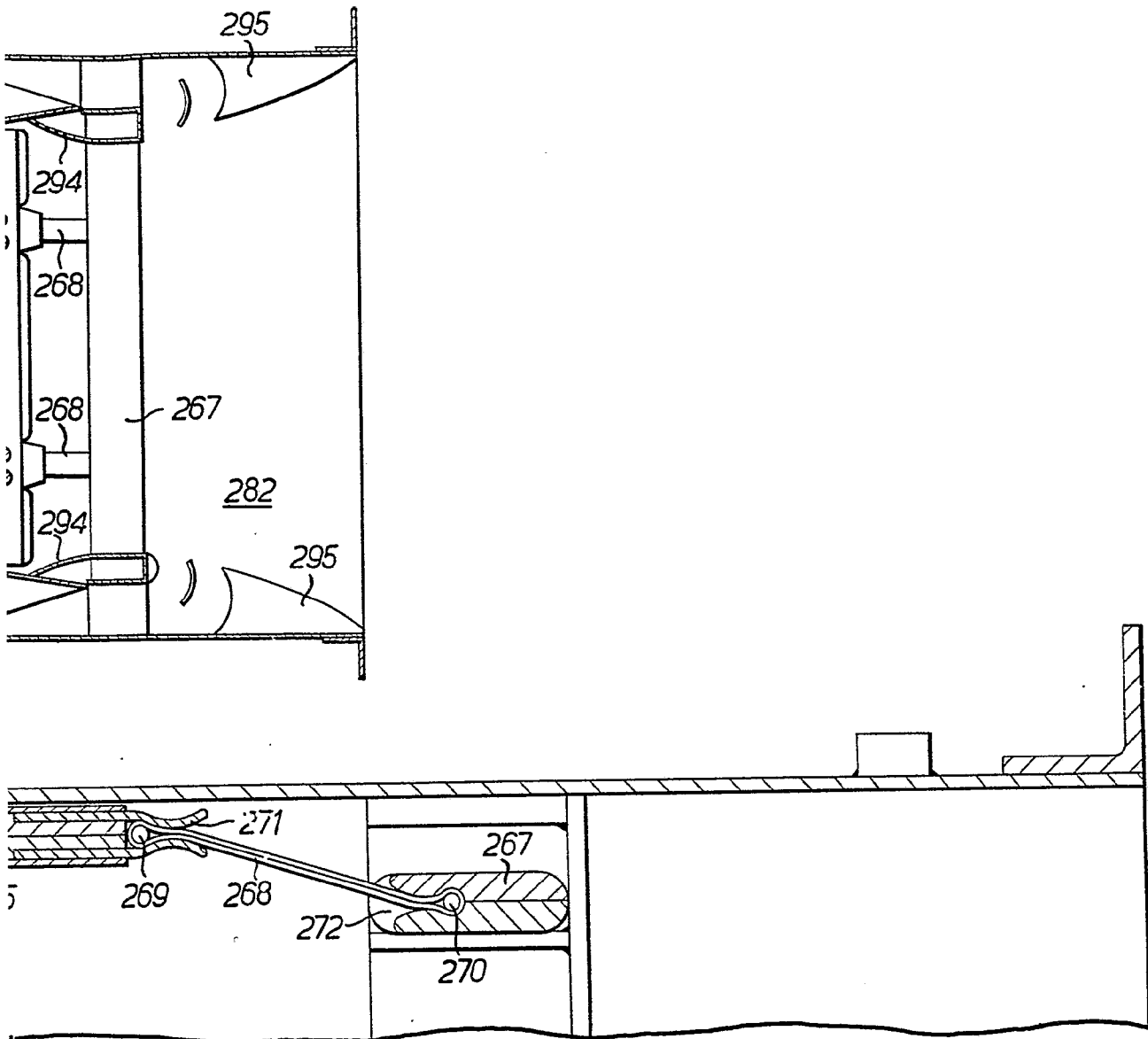
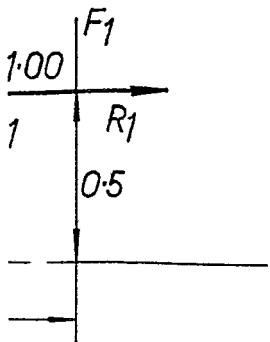


FIG. 26.



376358

376358

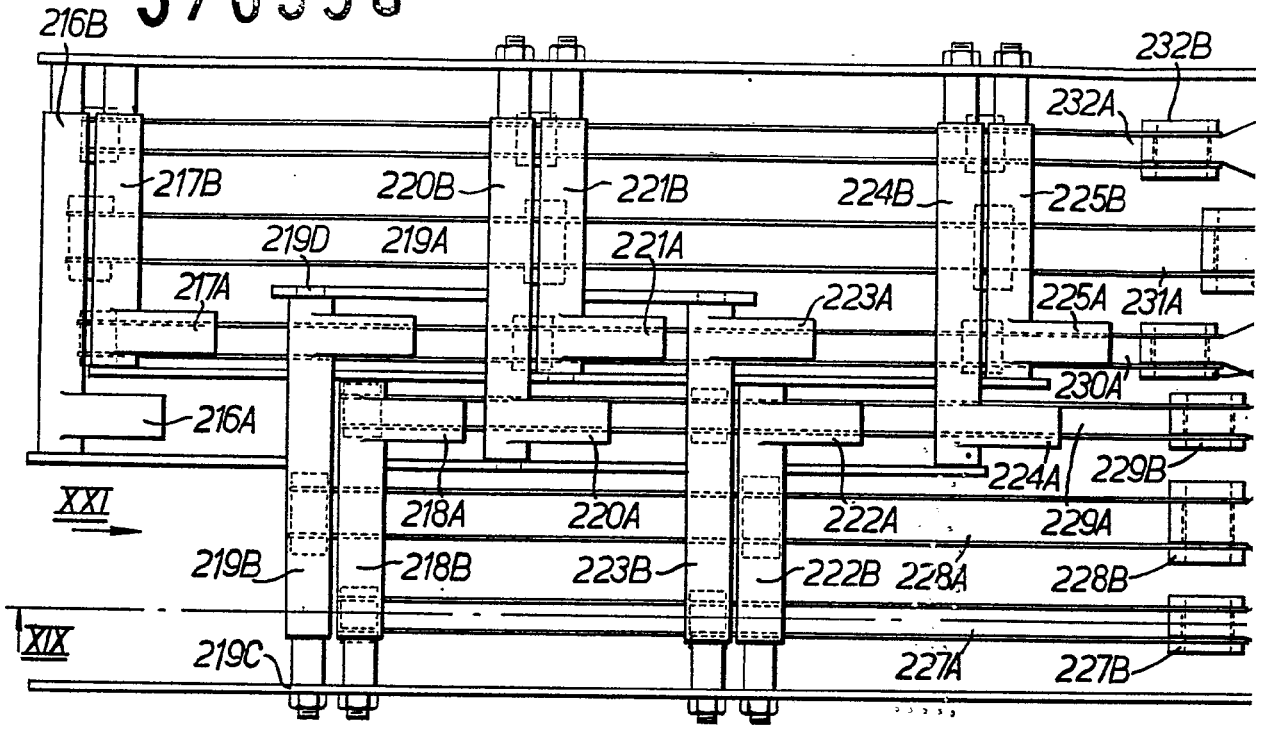


FIG. 20.

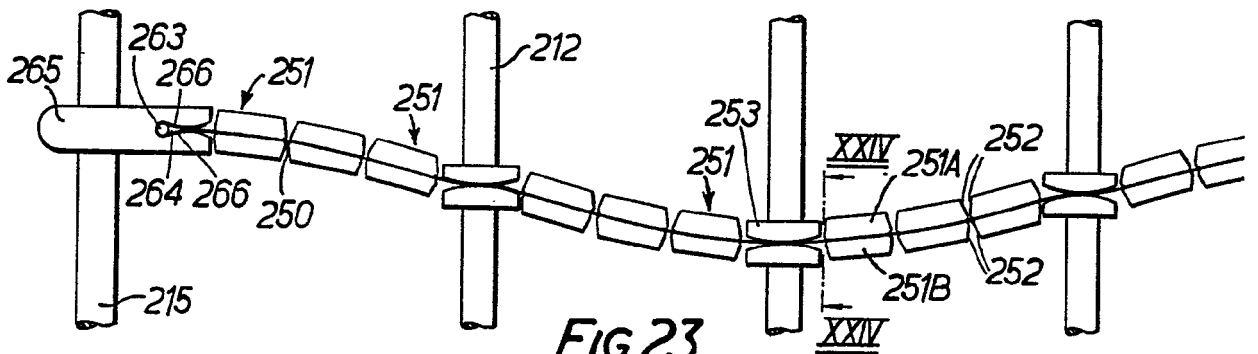


FIG. 23.

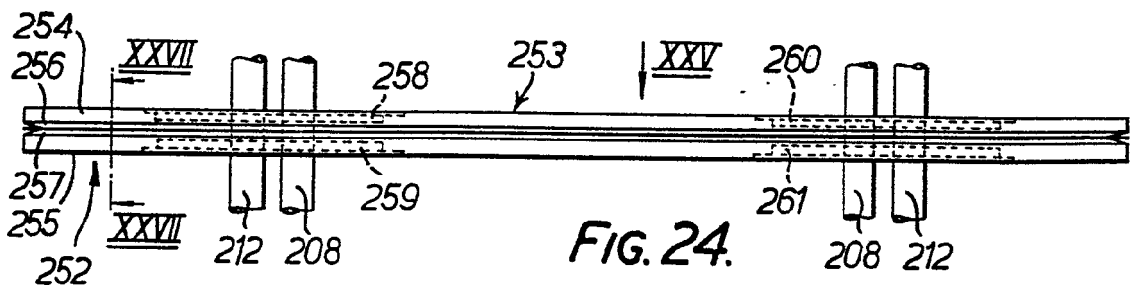


FIG. 24.

376358
ESCALA
VARIABLE

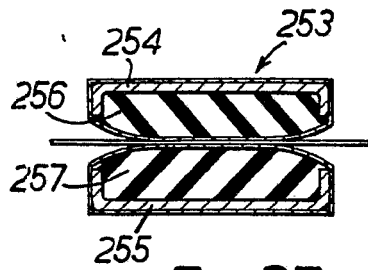
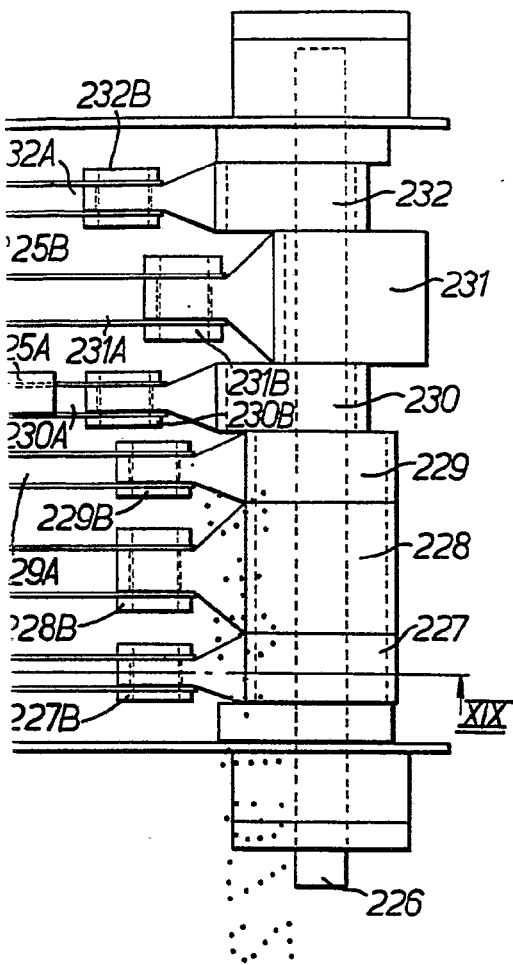


FIG. 27.

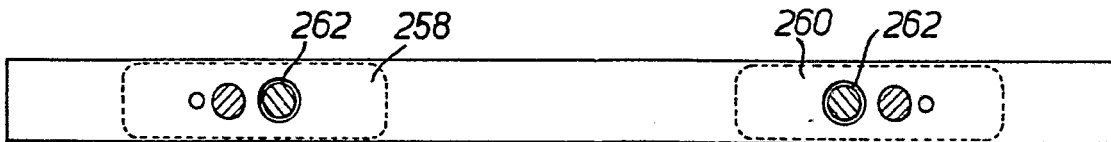
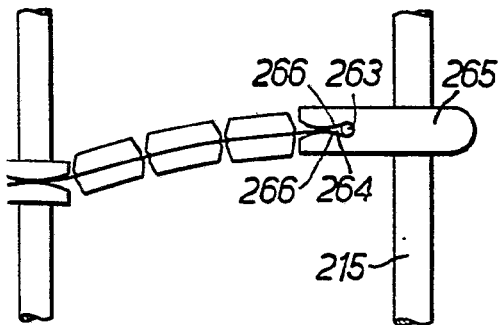


FIG. 25.

2 MAYO 1972

Madrid

J. GOMEZ ACEBO Y MOJER
Ingenieros de las Ciencias Exactas

[Handwritten signature]

376358

ESCALA
VARIABLE

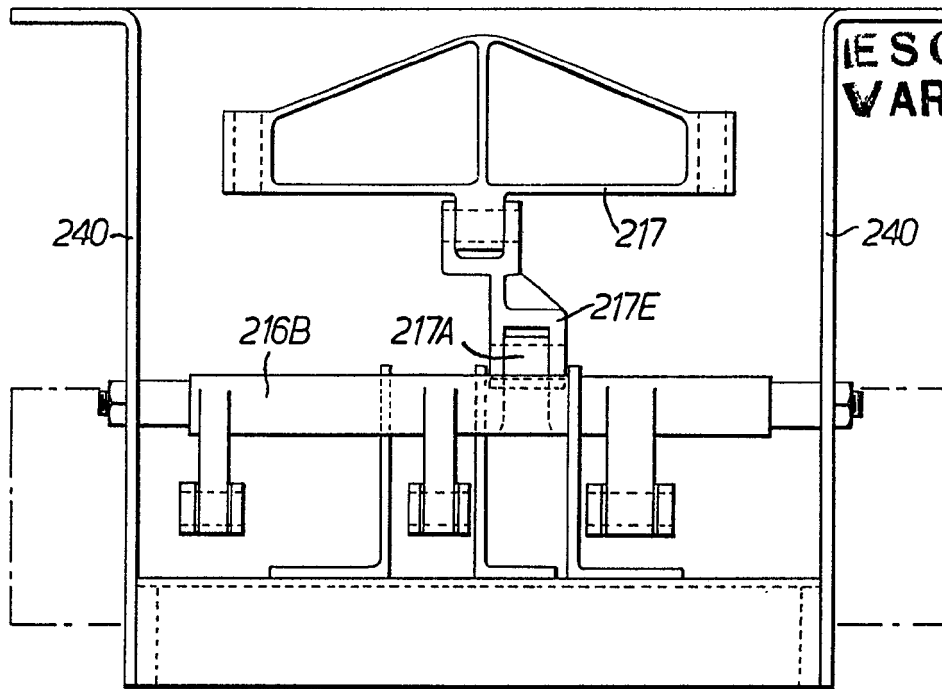


FIG. 21.

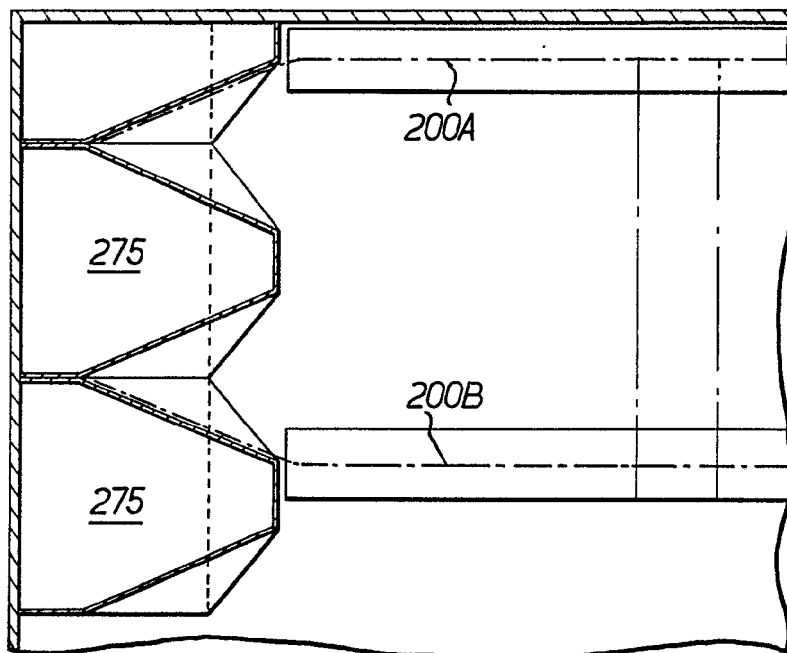


FIG. 22.

2 MAYO 1972

Madrid

J. GOMEZ ACEBO Y MODET
R. P. Elmadoc L. Costa Fernández